

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

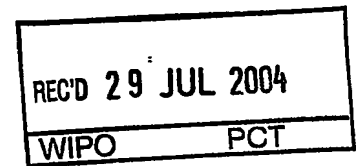
07.7.2004 #3

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 7月 8日

出願番号
Application Number: 特願2003-193310
[ST. 10/C]: [JP 2003-193310]



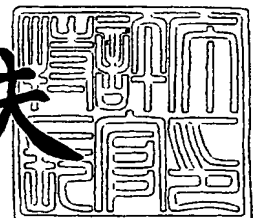
出願人
Applicant(s): 日産自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 5月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-03685

【提出日】 平成15年 7月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 41/40

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

 【氏名】 北原 靖久

【特許出願人】

 【識別番号】 000003997

 【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100078330

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 笹島 富二雄

 【電話番号】 03-3508-9577

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 009232

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9705787

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の燃焼制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排気通路に排気浄化触媒を備える内燃機関において、

排気浄化触媒の状態に基づいて、排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求の少なくとも一方があったときに、主トルクを発生させる主燃焼と、主燃焼に先立ってなされる少なくとも 1 回の予備燃焼とを行わせ、

前記予備燃焼は、少なくとも 1 つが上死点近傍で起こるように、燃料噴射を制御し、

前記主燃焼は、予備燃焼が終了した後に開始するように、燃料噴射を制御することを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 2】

内燃機関の燃焼制御装置であって、

機関の排気通路に配置された排気浄化触媒と、

機関の燃焼室内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、

燃料噴射弁の作動を制御するコントロールユニットと、

を含んで構成され、

前記コントロールユニットは、

排気浄化触媒の状態に基づいて、排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求の少なくとも一方があったときに、主トルクを発生させる主燃焼と、主燃焼に先立ってなされる少なくとも 1 回の予備燃焼とを行わせ、

前記予備燃焼は、少なくとも 1 つが上死点近傍で起こるように、燃料噴射を制御し、

前記主燃焼は、予備燃焼が終了した後に開始するように、燃料噴射を制御することを特徴とする内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 3】

前記主燃焼は、予混合燃焼が主体であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 4】

予備燃焼の燃料噴射量は、主燃焼の燃料噴射時の筒内温度が自己着火可能な温度を上回る為に必要な燃料噴射量であることを特徴とする請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 5】

主燃焼の燃焼開始時期は、予備燃焼の燃焼開始時期からクランク角で 20 度以上離れた時期であることを特徴とする請求項 1～請求項 4 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 6】

主燃焼の終了時期は、圧縮上死点からクランク角で 50 度以上離れた時期であることを特徴とする請求項 1～請求項 5 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 7】

予備燃焼のための燃料噴射は、機関の圧縮行程においてされることを特徴とする請求項 1～請求項 6 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 8】

予備燃焼のための燃料噴射量若しくは燃料噴射時期の少なくとも一方は、圧縮端温度に応じて変更されることを特徴とする請求項 1～請求項 7 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 9】

主燃焼は、燃料噴射時期を変えることで、排気温度を制御することを特徴とする請求項 1～請求項 8 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 10】

主燃焼は、機関の発生トルクが一定となるように制御されることを特徴とする請求項 1～請求項 9 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 11】

排気浄化触媒として排気微粒子を捕集するフィルタを備え、
排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求がある時は、フィルタに所定量の排気微粒子が堆積し、排気微粒子を自己酸化する温度にする時である

ことを特徴とする請求項 1～請求項 10 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 12】

排気浄化触媒としてリーン運転時に NO_x をトラップする NO_x トラップ触媒を備え、

排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求がある時は、 NO_x トラップ触媒にトラップした NO_x を浄化する時であることを特徴とする請求項 1～請求項 10 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 13】

前記 NO_x を浄化する時は、所定の距離を走行する毎であることを特徴とする請求項 12 記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 14】

排気浄化触媒としてリーン運転時に NO_x をトラップする NO_x トラップ触媒を備え、

排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求がある時は、 NO_x トラップ触媒にトラップした硫黄分を浄化する時であることを特徴とする請求項 1～請求項 10 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 15】

前記硫黄分を浄化する時は、所定の距離を走行する毎であることを特徴とする請求項 14 記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 16】

排気浄化触媒としてリーン運転時に NO_x をトラップする NO_x トラップ触媒を備え、

排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求がある時は、 NO_x トラップ触媒の冷機時で、 NO_x トラップ触媒を急速暖機する時であることを特徴とする請求項 1～請求項 10 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 17】

前記予備燃焼の終了は、熱発生が終了であることを特徴とする請求項 1～請求項 16 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【請求項 18】

低負荷時に予備燃焼を複数回行うことを特徴とする請求項 1～請求項 14 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の燃焼制御装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、内燃機関の燃焼制御装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

従来、特許文献 1 に開示されているように、ディーゼルエンジンの燃料噴射装置において、触媒の昇温を促す時などに、エンジンの要求トルクに対応する基本燃料噴射量の燃料を、燃料噴射弁により、各気筒の圧縮上死点近傍で 3 回に分割して噴射させることが知られている。なお、これに併せて、燃料噴射量を増量してもよいことも知られている。

【0003】**【特許文献 1】**

特開 2000-320386 号公報

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、特許文献 1 に記載の装置においては、分割噴射された燃料による燃焼が継続するように燃料を噴射しているため、最初に噴射された燃料の火炎中に燃料を噴射していくこととなり、2 回目以降に噴射された燃料が拡散燃焼主体の燃焼となってしまう。このような燃焼状態で空燃比を小さくしていくと、スモークの大幅な悪化は避けられない。

【0005】

本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、スモークの悪化が殆どなく、目標の排気空燃比をリッチ化することを目的とする。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

そのため本発明では、排気浄化触媒の状態に基づいて、排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求の少なくとも一方があったときに、主トルクを発生させる主燃焼と、主燃焼に先立ってなされる少なくとも1回の予備燃焼とを行わせ、予備燃焼は、少なくとも1つが上死点近傍で起こるように、燃料噴射を制御し、主燃焼は、予備燃焼が終了した後に開始するように、燃料噴射を制御する。

【0007】

【発明の効果】

本発明によれば、予備燃焼により筒内温度を高め、予備燃焼が終了した後に主燃焼が開始することで、排気温度の上昇及びリッチ空燃比を実現でき、スモークの悪化がほとんどなく、目標のリッチ雰囲気をシリンダ内で達成することができる。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、図面に基づき、本発明の実施形態について説明する。

図1は、内燃機関（ここではディーゼルエンジンとし、以下「エンジン」と称する）1の燃焼制御装置の構成図である。

【0009】

エンジン1の吸気系では、吸気通路2の上流にターボチャージャ（過給機）3の吸気コンプレッサ3aが配置されており、吸入空気は、吸気コンプレッサ3aによって過給され、インタークーラ4で冷却され、吸気絞り弁6を通過した後、コレクタを経て、各気筒の燃焼室内へ流入する。

【0010】

燃料は、コモンレール式燃料噴射装置により、すなわち燃料噴射ポンプ8により高圧化されてコモンレール9に送られ、各気筒の燃料噴射弁10から燃焼室内へ直接噴射される。そして、燃焼室内に流入した空気と噴射された燃料とは、ここで圧縮着火により燃焼し、排気は排気通路12へ流出する。

【0011】

排気通路12へ流出した排気の一部は、EGRガスとして、EGR通路11に

より EGR弁 19 を介して吸気側へ還流される。排気の残りは可変ノズル型のターボチャージャ 3 の排気タービンを通り、これを駆動する。

【0012】

ここで、排気通路 12 の排気タービン 3b の下流には、排気浄化触媒（装置）としての NO_xトラップ触媒 13 及びディーゼルパティキュレートフィルタ（Diesel Particulate Filter；以下「DPF」という）14 を配置している。

【0013】

この NO_xトラップ触媒 13 は、排気空燃比がリーン（酸素過剰状態）の時に流入する排気中の NO_x をトラップし、排気空燃比がリッチ（燃料過剰状態）の時にトラップした NO_x を脱離浄化する。なお、NO_xトラップ触媒 13 は、貴金属などの酸化触媒（Pt などの貴金属）を担持させて、流入する排気成分（HC、CO）を酸化する機能を持たせてある。

【0014】

DPF 14 は、排気中の排気微粒子（PM：Particulate Matter）を捕集する PMトラップ機能を有する。なお、この DPF 14 にも酸化触媒（貴金属）を担持させて、流入する排気成分（HC、CO）を酸化する機能を持たせてある。

【0015】

なお、NO_xトラップ触媒 13 と DPF 14 とは、逆にしてもよいし、DPF 14 に NO_xトラップ触媒 13 を担持させて一体に構成してもよい。

コントロールユニット（以下「ECU」と称する）には、エンジン 1 の制御のため、エンジン回転速度 Ne 検出用のクランク角センサ（回転速度センサ）20、アクセル開度 APO 検出用のアクセル開度センサ 21 から、信号が入力されている。

【0016】

また、NO_xトラップ触媒 13 の温度（触媒温度）を検出する触媒温度センサ 22、排気通路 12 の DPF 14 の入口側にて排気圧力を検出する排気圧力センサ 17、DPF 14 の温度（DPF 温度）を検出する DPF 温度センサ 23、更に、排気通路 12 の DPF 14 出口側にて排気空燃比（以下、排気 λ といい、数値としては空気過剰率で表す）を検出する空燃比センサ 16 が設けられ、これら

の信号もECU25に入力されている。但し、NO_xトラップ触媒13の温度やDPF14の温度は、これらの下流側に排気温度センサを設けて、排気温度より間接的に検出するようにしてもよい。

【0017】

ECU25は、これらの入力信号に基づいて、燃料噴射弁10によるメイン噴射及びこれに先立ってなされる少なくとも1回の予備噴射の燃料噴射量及び噴射時期制御のための燃料噴射弁10への燃料噴射指令信号、吸気絞り弁6への開度指令信号、EGR弁19への開度指令信号等を出力する。

【0018】

ここにおいて、ECU25では、DPF14に捕集されて堆積したPMの浄化（DPF再生）、NO_xトラップ触媒13にトラップされて堆積したNO_xの浄化（NO_x再生）、NO_xトラップ触媒13のSO_x被毒によりこれに堆積したSO_xの浄化（SO_x再生）のための排気浄化制御を行うようにしており、かかる排気浄化制御について、以下に説明する。

【0019】

NO_xトラップ触媒13若しくはDPF14の浄化能力を回復させるための制御として、ECU25は、エンジン1の運転条件を変更する。例えば、ストイキ（理論空燃比： $\lambda=1$ ）以下のリッチ運転要求があった場合に、吸気絞り弁6の開度を小さくするように制御してエンジン1に供給する空気量を減少させること、または、燃料噴射ポンプ8を制御して燃料噴射弁10から噴射する燃料量を増加させる。

【0020】

なお、DPF14の再生を行う際は、目標空燃比 λ を1～1.4の間（ $1 \leq \lambda \leq 1.4$ ）で制御し、且つDPF14の温度を600℃以上（DPF温度 ≥ 600 ℃）にして運転をする必要がある。

【0021】

ここで、リーン条件の常用運転領域では、初期の急激な燃焼を緩和するためにパイロット噴射を通常行っており、このパイロット噴射時期は40～10° BTDC（下死点より前のクランク角時期）、パイロット噴射量は1～3mm³/st、メ

イン噴射時期は $10 \sim -5^{\circ}$ B T D C 程度で、パイロット噴射とメイン噴射との間隔は $10 \sim 30^{\circ}$ C A (クランク角) 程度の設定を行っている。

【0022】

通常の運転から、D P F 14 の再生や硫黄被毒解除等の低空燃比で且つ高排気温度を実現するためには、吸気量を絞る必要がある。ところが、吸気量を絞った場合、筒内の圧縮端温度 (圧縮行程上死点近傍における筒内雰囲気温度) が低下してしまうことから、燃焼が不安定となり、通常のリーン運転と同じようなパイロット噴射の設定では主噴射の噴射時期を進角する必要がある (図 13 参照。これを「第 1 例」とする)。

【0023】

このような燃料噴射量と噴射時期の設定では、排温を上げるために噴射時期をリタード (遅角) させたくとも、燃焼が不安定になってしまうことから、リタードにも限界があり、例えば硫黄被毒解除をするために、目標 λ が 1 以下 ($\lambda \leq 1$) 及び排気温度が 600°C 以上 (排気温度 $\geq 600^{\circ}\text{C}$) とする目標値を実現することは難しい。

【0024】

そこで、特許文献 1 に記載のように主噴射を分割することで噴射時期のリタード限界を広げ、高排温と低空燃比とを実現することが可能となってきた (図 14 参照。これを「第 2 例」とする)。

【0025】

しかしながら、主燃焼のために噴射された燃料の燃焼が連続であり、前に吹いた燃料の燃焼が活発な状態で次の燃料を噴射している。このため、燃焼は図 14 に示すように連続したものとなる。主燃焼のために分割された燃料は、前に噴かれた燃焼の火炎中に噴射されることから噴射されるや否や燃焼が開始し、拡散燃焼割合が増え、部分的な当量比は非常にリッチとなり、スモークが大幅に悪化してしまう。

【0026】

そこで、通常のリーン運転から本願の燃焼制御による運転に切り替えて、排気浄化装置 (N O x トラップ触媒 13, D P F 14) の排気浄化機能を回復させる

。

【0027】

本願の燃焼制御は、噴射された燃料が圧縮上死点近傍で燃焼するように圧縮上死点前に燃料を噴射して燃焼させる予備燃焼と、この予備燃焼が終了した後に行われ、主トルクを発生させる主燃焼とを制御することにより行う。

【0028】

予備燃焼は、図15（これを「第3例」とする）に示す通り、圧縮行程でまず燃料を噴射し（図示a）、圧縮上死点（TDC）近傍における筒内温度を高める。この時、運転条件に応じて、予備燃焼の熱発生が起こる噴射量は異なるが、少なくとも予備燃焼の熱発生が確認できるだけの燃料を噴射する。これにより、予備燃焼の燃焼によって筒内温度を高めることで主燃焼のリタード限界を広げる。

【0029】

また予備燃焼は、1サイクルにおいて複数回行われるようにしてもよい。この場合には、複数回の予備燃焼のうち少なくとも1回の燃焼が圧縮上死点近傍で起こるように燃料噴射を行う。

【0030】

また予備燃焼は、エンジン1の運転状態（エンジン回転速度 N_e 、燃料噴射量 Q など）から筒内の圧縮端温度を推定して、この温度に応じて、燃料噴射量若しくは燃料噴射時期のうち少なくとも一方を変更するようにしてもよい。この場合も、燃料噴射量は予備燃焼の熱発生が確認できるだけの量であり、1サイクルにおいて複数回の予備燃焼のうち少なくとも1回の燃焼が圧縮上死点近傍で起こるようにする。なお、予備燃焼の終了は、熱発生の終了とする。

【0031】

また予備燃焼時の燃料噴射量は、主燃焼の燃料噴射時の筒内温度が自己着火可能な温度を上回るために必要な燃料噴射量にする。

続いて、予備燃焼が終了した後に主燃焼への切り替えを行う。

【0032】

主燃焼は、予備燃焼が終了した後に燃料が噴射され、その一部が予混合となって燃焼が行われる。

そして図15に示す通り、予備燃焼が終了してから主燃焼のための燃焼が開始するように、主燃焼のための燃料を上死点以降に噴射するように制御する（図示b）。

【0033】

主燃焼のための燃料噴射時期の制御は、主燃焼の燃焼開始時期を、エンジン1の運転状態（特にエンジン回転速度 N_e ）に応じて、予備燃焼の燃焼開始時期からクランク角で20度以上離れた時期にする。これにより予備燃焼の燃焼によって筒内温度を高めることで主燃焼のリタード限界を広げる一方、予備燃焼が確実に終了した後に主燃焼の燃料を噴射するため、主燃焼のための着火遅れ期間が確保され、主燃焼の予混合燃焼割合を高くすることが可能となり、スモークの排出を抑制することが可能となる。

【0034】

そして、主燃焼の燃焼終了時期を、圧縮上死点からクランク角度で50度以上離れた時期にする。これらの主燃焼の燃料噴射時期制御により、エンジン1の運転状態に応じて、排気温度を制御する。

【0035】

また主燃焼の制御は、エンジン1の発生トルクが一定となるように、主燃焼の燃料噴射量、燃料噴射時期及び燃料噴射期間を制御する。

これらの予備燃焼及び主燃焼の制御を行うことにより、予備燃焼によってリタード限界を広げることで目標の温度への制御性を向上させ、予備燃焼が終了した後に主燃焼を開始させ、主燃焼の予混合燃焼割合を増加させてスモークの抑制を行うことが可能となる。

【0036】

ここで図17は、前述の図13～図15（第1例～第3例）での燃焼を実現した場合における排気温度、スモーク濃度及びHC（炭化水素）濃度を比較した図である。なお、図においては、第1例の燃焼結果については①、第2例の燃焼結果については②、第3例（本願）の燃焼結果については③で示している。

【0037】

図示の通り、本願の燃焼（第3例）を実現すれば、リッチ条件を実現した際に

、高排温且つ低スモーク状態での燃焼が実現できている。更に、HC濃度についても従来の燃焼でリッチ化を行った場合（第1例）や、従来の装置（第2例）に比べ非常に低い値を示している。

【0038】

そして、予備燃焼により筒内温度が上昇して主燃焼のリタード限界が広がることから、主噴射の噴射時期をリタードしても低空燃比条件での燃焼は安定し、高い排気温度の実現が可能となる。

【0039】

図18は、本願の主燃焼時期に対する排気ガスの状態を示した図であり、（イ）は排気ガス温度、（ロ）はスモーク濃度、（ハ）はCO（一酸化炭素）濃度、（ニ）はHC濃度を示している。なお、排気空燃比は一定（ $\lambda = \text{const}$ ）としている。

【0040】

図示の通り、主燃焼の時期がリタードすれば、主燃焼の予混合割合が増えるため、排気空燃比が小さい条件であってもリタードすればするだけスモークが抑制されている。

【0041】

図19は、本発明の燃焼を行う際の主燃焼のための目標燃料噴射時期を示す図であり、横軸はエンジン回転速度 N_e 、縦軸はエンジン負荷 Q を示している。

図示の通り、負荷 Q が低い状態では、目標排温を達成するための主燃焼の燃焼時期が大きくリタードするため、予備燃焼が一度だけでは主燃焼の噴射時期の筒内温度を高く維持できない場合もある。この場合は図16に示すように、予備燃焼を複数回行い、それぞれの熱発生が重ならないようにすることで、低負荷条件であっても低スモークと高排温との両立を行うことができる。

【0042】

以上から、排気浄化触媒の状態に基づいて、排気温度の上昇要求若しくはストイキ以下のリッチ運転要求があった際に、通常の運転（リーン運転）から本願の燃焼制御の運転（予備燃焼及び主燃焼での運転）を行い、高排温で且つ低空燃比の状態において、NO_xトラップ触媒13若しくはDPF14の再生等を行う。

【0043】

次に、本発明の内燃機関の燃焼制御装置が行う処理について、図2～図12のフローチャートを用いて説明する。

図2は、燃焼制御のメインフローチャートである。

【0044】

ステップ1（図では「S1」とする。以下同様）では、各種センサ信号を読み込み、これらの信号に基づいて算出したエンジン1の運転状態、すなわちエンジン回転速度 N_e 、アクセル開度 $AP O$ 、触媒温度、 $DPF14$ の入口側若しくは出口側の排気圧力、 DPF 温度などを読みこむ。また、エンジン回転速度 N_e とアクセル開度 $AP O$ とをパラメータとするマップから演算されている燃料噴射量（メイン噴射量） Q を読み込む。

【0045】

ステップ2では、排気通路12に配置された NO_x トラップ触媒13が暖機状態（活性状態）であるか否かを判定する。この判定は、 NO_x トラップ触媒13出口の排気温度センサ15の出力信号に基づいて算出される排気温度 T が、 NO_x トラップ触媒13の活性開始時の所定排気温度 T_5 より高いか（ $T > T_5$ ）否かにより行う。

【0046】

この排気温度 T が所定排気温度 T_5 より高い（ $T > T_5$ ）場合には、 NO_x トラップ触媒13が暖機時であると判断し、ステップ3へ進む。

一方、排気温度 T が所定排気温度 T_5 以下である（ $T \leq T_5$ ）場合には、 NO_x トラップ触媒13が冷機時と判定し、後述する図12のステップ1001へ移行する。これにより NO_x トラップ触媒13の冷機時に、通常の運転条件から、 NO_x トラップ触媒13を急速暖機するように、燃焼を切り替える。

【0047】

ステップ3では、 NO_x トラップ触媒13にトラップされて堆積された NO_x の量を計算する。この計算方法は、例えば特許第2600492号公報第6頁に記載されている NO_x 吸収量の計算のように、エンジン回転速度 N_e の積算値から推測する方法でもよいし、所定の距離を走行する毎に NO_x 吸収量を加算して

いく方法でもよい。なお、積算値を用いる場合は、NO_x再生が完了した時点（SO_x再生の実施によりNO_x再生が同時になされた時点を含む）で、その積算値をリセットする。

【0048】

ステップ4では、NO_xトラップ触媒13に堆積した硫黄分（SO_x）の量を計算する。ここでは、硫黄堆積量の計算方法は、例えば前述のNO_x堆積量と同様に、エンジン回転速度N_eの積算値や走行距離から推測すればよい。なお、積算値を用いる場合は、再生が完了した時点でその積算値をリセットする。

【0049】

ステップ5では、DPF14に捕集されて堆積しているPMの量を検知する。PM堆積量は、排気圧力センサ17によりDPF14の入口側排気圧力を検出し、現在の運転状態（エンジン回転速度N_e、燃料噴射量Q）での基準排気圧力との比較により算出する。これは、DPF14のPM堆積量が増加すれば、当然DPF14の入口側排気圧力が上昇するためである。なお、前回のDPF再生からの走行距離、エンジン回転速度N_eの積算値、排気圧力をそれぞれ組み合わせることで、PM堆積量を推定してもよい。

【0050】

ステップ6では、DPF14が再生モード中であることを示すregフラグが立っているか否かを判定する。DPF14が再生モードでない（regフラグ=0）場合には、ステップ7へ進む。一方、再生モードである（regフラグ=1）場合には、後述する図3におけるステップ101以降のDPF再生モードでの処理を行う。

【0051】

ステップ7では、NO_xトラップ触媒13の硫黄被毒解除モード（SO_x再生モード）中であることを示すdesulフラグが立っているか否かを判定する。硫黄被毒解除モード中でない（desulフラグ=0）場合には、ステップ8へ進む。一方、硫黄被毒解除モード中である（desulフラグ=1）場合には、後述する図4におけるステップ201以降のリッチ燃焼モードでの処理を行う。

【0052】

ステップ8では、NO_xトラップ触媒13の再生時のリッチスパイクモード中であることを示すs pフラグが立っているか否かを判定する。リッチスパイクモードでない(s pフラグ=0)場合には、ステップ9へ進む。一方、リッチスパイクモードである(s pフラグ=1)場合には、後述する図5におけるステップ301以降のリッチスパイクモード(NO_x再生モード)での処理を行う。

【0053】

ステップ9では、DPF14が再生モードで且つ硫黄被毒解除時の溶損防止モード中であることを示すr e cフラグが立っているか否かにより判定する。r e cフラグが立っていない(r e cフラグ=0)場合には、ステップ10へ進む。一方、r e cフラグが立っている(r e cフラグ=1)場合には、後述する図6におけるステップ401以降の溶損防止モードでの処理を行う。

【0054】

ステップ10では、DPF14に再生要求が出ていることを示すr q__DPFフラグが立っているか否かを判定する。DPF再生要求が出ていない(r q__DPFフラグ=0)場合には、ステップ11へ進む。一方、DPF再生要求が出ている(r q__DPFフラグ=1)場合には、後述する図7におけるステップ501以降でDPF再生要求が出ている場合の再生の優先順位を決定する処理を行う。

【0055】

ステップ11では、NO_xトラップ触媒13に硫黄被毒解除要求(SO_x再生要求)が出ていることを示すr q__d e s u lフラグが立っているか否かを判定する。被毒解除要求が出ていない(r q__d e s u lフラグ=0)場合には、ステップ12へ進む。一方、被毒解除要求が出ている(r q__d e s u lフラグ=1)場合には、後述する図8におけるステップ601以降で硫黄被毒解除要求が出ている場合の再生の優先順位を決定する処理を行う。

【0056】

ステップ12では、ステップ4において算出したDPF14のPM堆積量が、DPF14の再生が必要な所定量PM1に達しているか否か(PM堆積量<PM1)、すなわちDPF再生時期になったかを判定する。なお、DPF14のPM堆積量が所定量PM1となるときのDPF入口側排気圧力を運転状態(エンジン

回転速度 N_e 、燃料噴射量 Q) 別に求めて、図20に示すようにマップ化しておき、排気圧力センサ17により検出されるDPF入口側排気圧力が図20のマップでの現在の運転状態(エンジン回転速度 N_e 、燃料噴射量 Q)に対応する排気圧力のしきい値に達したときに、DPF再生時期(PM 堆積量 $> PM1$)と判定してもよい。

【0057】

そして、DPF再生時期でない(PM 堆積量 $\leq PM1$)と判定された場合には、ステップ13へ進む。

一方、DPF再生時期である(PM 堆積量 $> PM1$)と判定された場合には、図9のステップ701へ進み、再生要求の r_{q_DPF} フラグを1として、DPF再生要求を出す。これによりDPF14に所定量 $PM1$ の PM が堆積した際に、通常の運転条件(リーン運転)から、DPF14に堆積した PM が自己酸化する温度に排温を上昇させるよう、燃焼を制御する。

【0058】

ステップ13では、ステップ4において算出した NO_x トラップ触媒13の硫黄堆積量(SO_x の量)が所定量 $S1$ に達して、再生時期になったか否か(硫黄堆積量 $< S1$)、すなわち硫黄被毒解除(SO_x 再生要求)の要否を判定する。

【0059】

硫黄堆積量が所定量 $S1$ 未満である(硫黄堆積量 $< S1$)場合には、硫黄被毒解除が不要と判定し、ステップ14へ進む。

一方、硫黄堆積量 S が所定量 $S1$ 以上である(硫黄堆積量 $\geq S1$)場合には、硫黄被毒が必要と判定し、図10のステップ801へ進み、 r_{q_desul} フラグ(硫黄被毒解除要求フラグ)を1として、硫黄被毒解除要求を出す。なお、前回の再生からの走行距離が所定の距離を超え、且つ排気圧力センサ17に基づく排気圧力が所定のしきい値を超えている場合に、再生時期であると判定してもよい。これにより走行距離毎に、通常の運転条件から、リッチ雰囲気且つ NO_x トラップ触媒13にトラップした硫黄分を浄化可能な温度にする。

【0060】

ステップ14では、ステップ3において算出した NO_x トラップ触媒13の N

NO_x 堆積量が所定量 NO_x 1 に達して、再生時期になったか否か (NO_x 堆積量 < NO_x 1)、すなわち NO_x 再生の要否を判定する。

【0061】

NO_x 堆積量が所定量 NO_x 1 未満である (NO_x 堆積量 < NO_x 1) 場合には、NO_x 再生が不要であると判定し、処理を終了する。

一方、NO_x 堆積量が所定量 NO_x 1 以上である (NO_x 堆積量 ≥ NO_x 1) 場合には、NO_x 再生が必要であると判定し、図 11 のステップ 901 において r q_s p フラグ (NO_x 再生要求フラグ) を 1 として、NO_x 再生要求を出す。なお、前回の再生からの走行距離が所定の距離を超え、且つ排気圧力センサ 17 に基づく排気圧力が所定のしきい値を超えている場合に、再生時期であると判定してもよい。これにより走行距離毎に通常の運転条件から、NO_x トラップ触媒 13 にトラップした NO_x を浄化するよう、燃焼の切り替えが可能である。

【0062】

次に、ステップ 6 で DPF 再生モードのフラグがあった (r e g フラグ = 1) 場合の処理、すなわち NO_x トラップ触媒 13 の暖機時における DPF 再生 (溶損防止) について図 3 のフローチャートを用いて説明する。

【0063】

ステップ 101 では、所定条件を満たしたとして、燃焼を通常のリーン燃焼から、前述した本願の燃焼制御による運転に切り替える。すなわち、排気浄化触媒 (NO_x トラップ触媒 13, DPF 14) の状態に基づいて、排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求の少なくとも一方があったときに、通常のリーン運転から、主トルクを発生させる主燃焼と、主燃焼に先立ってなされる少なくとも 1 回の予備燃焼とを行わせる運転に切り替える。

【0064】

燃焼切り替えの指示が出た場合は、図 29 に示すようにステップ 1101 ～ ステップ 1104 のフローに示すように燃焼の切り替えを行う。以下、燃焼切り替えの指示が出た場合は全てこのように行う。

【0065】

ステップ 1102 では、先ず図 28 に示すような予備燃焼を実現するための燃

料噴射量を図 27 に示す予備燃焼のための噴射時期に噴射して、予備燃焼が確実に起こる準備をする。

【0066】

ステップ 1103 では、図 19 に示す噴射時期に主燃焼のための燃料を噴射する。このときの噴射量は図 23 に示す補正係数を切り替える前の燃料噴射量に積算した量を噴射する。これによって、主燃焼の噴射時期が大幅にリタードしても、切り替え前と等トルクが実現される。

【0067】

このように、先ず予備燃焼を実現させた後、主燃焼の噴射量と噴射時期を移行させることで、燃焼状態の移行は速やかに実施される。

ステップ 102 では、排気空燃比を目標値に制御する。ここで、DPF 14 の再生における目標空燃比は、PM 堆積量によって異なる。このため、図 20 に示す DPF 14 の排圧しきい値から PM 堆積量を予測し、図 21 に示す予測した PM 堆積量に対する目標空燃比に排気を制御する。

【0068】

ここでは、ステップ 101 において本願の燃焼に切り替えた後、吸気絞り弁 6 若しくは EGR 弁 19 により目標の排気空燃比に制御する。目標の吸入空気量とするため、目標空燃比に図 22 に示すマップの値を乗じた目標空気量 ($\lambda = 1$ の運転のための目標吸入空気量) に吸気絞り弁 6 により制御する。図 22 に示す空気量に制御した後に目標値の空燃比と乖離した場合は、吸気絞り弁 6 若しくは EGR 弁 19 によって目標の空燃比に調整する。

【0069】

但し、本願の燃焼に切り替える際は、燃料噴射時期が大幅にリタードすることから、上記吸気量の制御に加え、切り替え時のトルク変動を抑制するため図 23 に示す目標燃料噴射時期に従ったトルク補正係数で図 22 の目標吸入空気量及び燃料噴射量を補正する。更に目標の空燃比 λ が 1 もしくはそれに近い値まで小さくなった場合は、吸気絞りによるポンピングロスが生じるため、図 30 に示すように目標 λ に応じて目標の吸入空気量と燃料噴射量に補正係数を乗じた値に補正する。

【0070】

ステップ103では、DPF14の温度が再生中の目標下限値（所定温度） T_{22} 以上（DPF温度 $\geq T_{22}$ ）であるか否かを判定する。DPF温度が目標温度下限値 T_{22} 以上（DPF温度 $\geq T_{22}$ ）である場合には、ステップ104へ進む。一方、目標下限値 T_{22} 未満（DPF温度 $< T_{22}$ ）である場合には、後述するステップ111及びステップ112へ進む。

【0071】

ステップ104では、DPF14の温度が再生中の目標上限値（所定温度） T_{21} 以下（DPF温度 $\leq T_{21}$ ）であるか否かを判定する。DPF温度が目標温度上限値 T_{21} 以下（DPF温度 $\leq T_{21}$ ）である場合には、ステップ105へ進む。一方、目標温度上限値 T_{21} を越えている（DPF温度 $> T_{21}$ ）場合には、後述するステップ109及びステップ110へ進む。

【0072】

ステップ105では、排気空燃比を目標値に制御した時間 t が基準時間 $t_{DPFreg1}$ だけ経過したか（ $t > t_{DPFreg1}$ ）否かを判定する。基準時間 $t_{DPFreg1}$ を経過した（ $t > t_{DPFreg1}$ ）と判断した場合には、ステップ106へ進む。これにより確実にDPF14に堆積したPMを燃焼除去する。一方、基準時間 $t_{DPFreg1}$ を経過していない（ $t \leq t_{DPFreg1}$ ）と判断した場合には、処理を終了する。

【0073】

ステップ106では、本願の燃焼制御による運転から通常燃焼による運転に切り替えて、DPF14の加熱を停止させて、ステップ107では、DPF再生モードの reg フラグを0にする。これによりDPF14の再生を終了させる。

【0074】

ステップ108では、溶損防止モードの rec フラグを立てる。これによりDPF再生モードは終了したものの、PMの燃え残りがDPF14にあった場合に、排気空燃比を急に大きくすることによりDPF14でPMが一気に燃えてしまいDPF14が溶損することを防止する。ここにおいて、再生モードで且つ硫黄被毒解除時の溶損防止モードの rec フラグを1にして、処理を終了する。

【0075】

また、ステップ103からステップ111へ進んだ場合には、ステップ111にて主燃焼の燃料噴射時期をリタード（遅角）する。これにより、DPF再生中にDPF温度が下限値T22を下回った（DPF温度<T22）際に、所定量主燃焼の燃料噴射時期をリタードすることで排気温度を上昇させる。

【0076】

ステップ112では、燃料噴射時期をリタードした分だけトルク落ちを生じることから、遅角量に応じて、図23に示す主燃焼の燃料噴射時期に応じたトルク補正係数算出マップから目標トルク補正係数を算出し、これによりトルク補正して、処理を終了する。

【0077】

また、ステップ104からステップ109へ進んだ場合には、ステップ109にて主燃焼の燃料噴射時期を進角する。これにより、DPF再生中にDPF温度上限値T21に達した（DPF温度>T21）際に、所定量主燃焼の燃料噴射時期を進角することで排気温度を下降させる。

【0078】

ステップ110では、進角量に応じて、図23に示す主燃焼の燃料噴射時期に応じたトルク補正係数算出マップから目標トルク補正係数を算出し、これによりトルク補正して、処理を終了する。

【0079】

次に、図4の硫黄被毒解除モードのフローチャートについて説明する。

ステップ201では、前述の図3のステップ101と同じく、高排温でリッチ雰囲気な硫黄被毒解除要求がなされたため、本願の燃焼制御に切り替える。

【0080】

ステップ202では、NOxトラップ触媒13への硫黄堆積量が所定の量に達しているので排気空燃比をストイキに制御する。そして、図22に示す目標吸入空気量（ $\lambda = 1$ になる空気量）になるように、吸気を絞って（吸気絞り弁6の開度を小さくして）目標空燃比に到達させる。実際の空燃比が目標空燃比と乖離している場合には、吸気絞り弁6やEGR弁19により排気空燃比を調整する。こ

れによりステップ102と同様に、主燃焼の燃料噴射時期に応じて、吸入空気量及び燃料噴射量を補正する。

【0081】

ステップ203では、NO_xトラップ触媒13の温度が所定温度T4より高いか（触媒温度>T4）否かを判定する。例えばNO_xトラップ触媒13としてBa系のNO_xトラップ触媒を使った場合には、リッチ～ストイキ雰囲気で600℃より高くする必要があることから、所定温度T4は600℃に設定される。

【0082】

触媒温度が所定温度T4より高い（触媒温度>T4）場合には、ステップ204へ進む。一方、触媒温度が所定温度T4以下（触媒温度≤T4）場合には、後述するステップ210へ進む。

【0083】

ステップ204では、所定の時間 t_{desul} だけ目標の空燃比、ベッド温で硫黄被毒解除処理が行われたか（ $t > t_{desul}$ ）否かを判定する。硫黄被毒解除処理が行われた（ $t > t_{desul}$ ）場合には、ステップ205へ進む。一方、硫黄被毒解除処理が行われない（ $t \leq t_{desul}$ ）場合には、処理を終了する。

【0084】

ステップ205では、硫黄被毒解除が終了したので、ストイキ運転を解除する。

ステップ206では、溶損防止モードのrecフラグを立てる（recフラグ=1）。これにより、硫黄被毒解除モードは終了したものの、このような高温の条件下でPMがDPF14に堆積している場合に、排気空燃比を急に大きくするとDPF14でPMが一気に燃えてしまうことによる溶損を防止する。

【0085】

ステップ207では、硫黄被毒解除モードが終了したのでdesulフラグを0にする。

ステップ208では、硫黄被毒解除モードが終了したのでNO_xトラップ触媒13への硫黄堆積量をリセットにする（触媒13への硫黄堆積量=0）。

【0086】

ステップ209では、NO_x再生要求フラグ r_{q_sp} フラグを0にする ($r_{q_sp}=0$)。これは硫黄被毒解除を行うことで、NO_xトラップ触媒13が長時間ストイキの空燃比で晒されることによりNO_x再生がおこなわれるためである。そして、NO_x再生の要求が出ていた場合には、硫黄被毒解除を行うことでNO_x再生も同時に行われる。

【0087】

また、ステップ203からステップ210へ進んだ場合、前述の図3のステップ111及びステップ112と同じ処理をする。すなわち、ステップ210では、NO_xトラップ触媒13の温度が所定温度T₄以下 (触媒温度 $\leq T_4$) であるため、所定量主燃焼の燃料噴射時期をリタード (遅角) して排気温度を上昇させる。

【0088】

ステップ211では、遅角量に応じて、図23に示す主燃焼の燃料噴射時期に応じたトルク補正係数算出マップから目標トルク補正係数を算出し、これによりトルク補正して、処理を終了する。

【0089】

次に、リッチスパイクにより燃焼切替を行う場合の処理について、図5のフローチャートを用いて説明する。

ステップ301では、燃焼制御の切り替えを行う。

【0090】

ステップ302では、空燃比を、リッチスパイクを行うための所定の目標空燃比に制御する。目標空燃比は、吸入空気量を図24に示す吸気量に調整することで実現する。これにより、リッチスパイク制御を実行した際、NO_xトラップ触媒13より上流の排気ガス中に適当なタイミングで短周期的に還元剤を供給してNO_xトラップ触媒13に流入する排気ガスの空燃比を一時的に低下させ、NO_xトラップ触媒13にトラップされていたNO_xを放出及び還元させる

ステップ303では、リッチスパイク制御を行った時間 (リッチ条件) が所定の時間 t_{spike} だけ経過したか ($t > t_{spike}$) 否かを判定する。所定

時間 t_{spike} 経過した ($t > t_{spike}$) 場合には、ステップ 304 へ進む。一方、所定時間 t_{spike} 経過していない ($t \leq t_{spike}$) 場合には、処理を終了する。

【0091】

ステップ 304 では、スパイクフラグを 0 にする ($sp_フラグ = 0$)。これにより、所定時間 t_{spike} よりスパイクを実施した後に、リッチ運転を解除する。

【0092】

次に、溶損防止モードについて図 6 を用いて説明する。

ステップ 401 では、DPF 14 の温度を検知する。なお、直接 DPF 14 の温度を検知することが困難な場合には、それに代わるパラメータ (例えば排気温度) から DPF 14 の温度を類推する。

【0093】

ステップ 402 では、DPF 14 の温度が所定温度 T_3 未満 ($DPF 温度 < T_3$) であるか否かを判定する。これにより DPF 温度が、PM の急激な酸化が開始する恐れのない温度 T_3 より低い ($DPF 温度 < T_3$) 否かを判定する。

【0094】

DPF 14 の温度が所定温度未満である ($DPF 温度 < T_3$) 場合には、ステップ 402 へ進む。これにより酸素濃度が大気並になっても DPF 14 の溶損は回避可能となる。

【0095】

一方、DPF 14 の温度が所定温度 T_3 以上である ($DPF 温度 \geq T_3$) 場合には、排気空燃比を所定の値以下に制御して、処理を終了する。このときは、排気温度が低いことが望ましいことから、本願の燃焼ではなく、通常のリーン燃焼 (図 13 に示す燃焼) で排気空燃比を所定の値に制御する。そして、図 25 に示す目標吸入空気量に設定し、センサ出力が目標空燃比と乖離した場合は、吸気絞り弁 6 または EGR 弁 19 を調整することで目標空燃比を実現する。

【0096】

ステップ 403 では、DPF 14 の溶損の恐れが無いことから、空燃比制御を停

止する。

ステップ405では、溶損防止モードのrecフラグを0にする。これにより溶損防止モードを終了する。

【0097】

次に、DPF再生要求とNO_x再生、硫黄被毒解除の片方もしくは両方の要求が同時に起きたときの優先順位について、図7を用いて説明する。

ステップ501では、DPF14の硫黄堆積量が硫黄被毒解除の必要な所定量S1未満であるか（硫黄堆積量<S1）否かを判定する。所定量S1未満である（硫黄堆積量<S1）場合には、ステップ502へ進む。一方、所定量S1以上（硫黄堆積量≥S1）である場合には、後述する図10の処理へ進む。

【0098】

ステップ502では、NO_x再生要求（スパイク要求）rq_{sp}の有無を判定する。NO_x再生要求がない（rq_{sp}=0）場合には、ステップ503へ進む。一方、NO_x再生要求がある（rq_{sp}=1）場合には、ステップ506へ進む。

【0099】

ステップ503では、DPF再生要求が出た後にNO_x堆積量がNO_x再生の必要な所定量NO_x1未満であるか（NO_x堆積量<NO_x1）否かを判定する。所定量NO_x1未満である（NO_x堆積量<NO_x1）場合には、ステップ504へ進む。一方、所定量NO_x1以上である（NO_x堆積量≥NO_x1）場合には、後述する図11の処理へ進む。

【0100】

ステップ504では、DPF再生、SO_x再生（硫黄被毒解除）可能領域であるか否かを判定する。これらの再生可能領域の判定は、図26に示すDPF再生、SO_x再生可能領域マップにより、現在のエンジン回転速度Neと負荷とに基づいて判定する。再生可能領域である場合には、ステップ505へ進む。一方、再生可能領域にない場合には、処理を終了する。

【0101】

ステップ505では、再生モードのregフラグを1とする。これにより、D

P F再生要求がある状態で、NO_x再生、SO_x再生要求も無く、DPF再生可能領域であることから、DPFの再生に移行する。

【0102】

また、ステップ502からステップ506へ進んだ場合には、ステップ506にて低NO_x条件であるか否かを判定する。これは、DPF再生要求とNO_x再生要求との両方が出ている上場であるので、エンジンの運転条件がNO_x排出量の少ない条件、例えば定常条件であるかを判定するためである。

【0103】

低NO_x条件である場合には、ステップ507へ進む。これはNO_x排出量が少ない条件であれば、NO_xトラップの再生を多少遅らせても、テールパイプの排気の悪化は殆ど無いため、運転性に影響を大きく及ぼすDPF14の再生を優先させる。NO_x排出量が多い条件、例えば加速条件等ではテールパイプの排気悪化を防止するためにNO_x再生を優先させるためである。

【0104】

一方、低NO_x条件でない場合には、ステップ508へ進み、spフラグを1にして（spフラグ=1）、処理を終了する。

ステップ507では、DPF14のベッド温度Tbedが所定温度T3より高いか（Tbed>T3）否かを判定する。これによりNO_xの再生を優先させるか否かを判定する。DPFベッド温度Tbedが所定温度T3より高い（Tbed>T3）場合には、ステップ504へ進む。一方、所定温度T3以下である（Tbed≤T3）場合には、ステップ508へ進む。これは、DPF14の昇温を開始するにあたり、DPF14に担持したNO_xトラップ触媒13が活性化する温度T3以下である（Tbed≤T3）場合には、昇温開始しても、再生可能温度に到達するまで時間がかかることから、昇温中にテールパイプのNO_xの悪化も懸念されるため、NO_xの再生を優先させるためである。

【0105】

ステップ508では、NO_xの再生が優先されたのでスパイクフラグを立てて（spフラグ=1）、NO_x再生に移行する。

次に、SO_x再生要求及びNO_x再生要求が同時に起きた場合のSO_x再生、

NO_x再生の優先順位の処理について、図8のフローチャートを用いて説明する。

【0106】

ステップ601では、DPF14に堆積したPMの量が所定量PM1未満であるか（PM堆積量<PM1）否かを判定する。所定量PM1未満である（PM堆積量<PM1）場合には、ステップ602へ進む。一方、所定量PM1以上である（PM堆積量 \geq PM1）場合には、図9のステップ701に示す通り、rq—DPFフラグを1にしてDPF14の再生を行う。これによりSO_x再生要求が出されていてもDPF再生が優先する。

【0107】

ステップ602では、NO_xトラップ触媒13のベッド温度Tbedが所定温度T1より高いか（Tbed>T1）否かを判定する。なお所定温度T1は、担持したNO_xトラップ触媒13がSO_x再生に適する温度である。そして、NO_xトラップ触媒13のベッド温度Tbedが所定温度T1より高い（Tbed>T1）場合には、ステップ603へ進む。一方、所定温度T1以下である（Tbed \leq T1）場合には、ステップ605へ進む。これは、昇温開始しても、再生可能温度に到達するまで時間が掛かることから、昇温中にテールパイプのNO_xの悪化も懸念されるため、NO_x再生を優先させるためである。

【0108】

ステップ603では、DPF、SO_x再生（硫黄被毒解除）可能領域であるかを判定する。これらの再生可能領域の判定は、前述のステップ504と同じく、図26に示すDPF再生、SO_x再生可能領域マップにより、現在のエンジン回転速度Neと負荷とに基づいて判定する。再生可能領域である場合には、ステップ604へ進む。一方、再生可能領域にない場合（再生不可能領域にある場合）には、処理を終了する。

【0109】

ステップ604では、desulフラグを立てて（desulフラグ=1）、処理を終了する。これは、スパイク要求、DPF再生要求も無く、ベッド温度が所定の値以上で、再生可能運転領域であるという全ての条件が整っていることか

ら、SO_x再生に移行するためである。

【0110】

また、ステップ602からステップ605へ進んだ場合には、ステップ605にてスパイク要求の有無を判定する。スパイク要求がない($r_{q_sp}=0$)場合には、ステップ606へ進む。これによりSO_x再生要求が出ていても、NO_xトラップ触媒13の温度が所定の温度T1以下である(NO_xトラップ触媒温度 $\leq T1$)場合には、NO_x再生を優先させることで、テールパイプのNO_x悪化を抑制する。

【0111】

一方、ステップ605においてスパイク要求がある($r_{q_sp}=1$)場合には、ステップ607へ進み、NO_x再生フラグを立てて(sp フラグ=1)、NO_x再生に移行する。これにより、SO_x再生要求が出ているものの、NO_x再生を優先すると判定する。

【0112】

ステップ606では、SO_x再生要求が出た後に、NO_x堆積量がNO_x再生を要する所定量NO_{x1}未満であるか(NO_x堆積量 $< NO_{x1}$) 否かを判定する。NO_x堆積量が所定量NO_{x1}未満である(NO_x堆積量 $< NO_{x1}$) 場合には、処理を終了する。一方、所定量NO_{x1}以上である(NO_x堆積量 $\geq NO_{x1}$) 場合には、図11に示すステップ901において r_{q_sp} フラグを立てて(r_{q_sp} フラグ=1)、NO_x再生要求を出す。

【0113】

次に、図2のステップ2において、予備燃焼及び主燃焼による本願の燃焼制御を活用してNO_xトラップ触媒13を暖機する処理について、図12を用いて説明する。

【0114】

ステップ1001では、ステップ2においてNO_xトラップ触媒13の暖機促進運転が可能であるか否かを判定する。これは、NO_xトラップ触媒13の温度が活性温度T5以下である(触媒温度 $\leq T5$)と判定され、暖機促進運転によりNO_xトラップ触媒13の昇温が必要なためである。この判定は、図26に示す

ように、エンジン回転速度 N_e 及び負荷に基づく DPF、 SO_x 再生可能領域であるか否かにより判定する。

【0115】

暖機促進運転可能である場合には、ステップ 1002 へ進む。一方、暖機促進運転可能でない場合には、処理を終了する。

ステップ 1002 では、本願の燃焼に切り替える。これにより、予備燃焼を行うことで圧縮上死点近傍の筒内温度を上昇させ、主燃焼の着火遅れ限界を遅らせる。そして、排気温度が高温となり、 NO_x トラップ触媒 13 の暖機を促進する。

【0116】

ステップ 1003 では、 NO_x トラップ触媒 13 の温度が活性温度（所定温度） T_5 より高くなったか（触媒温度 $> T_5$ ）否かを判定する。所定温度 T_5 より高くなった（触媒温度 $> T_5$ ）場合には、ステップ 1004 へ進む。一方、所定温度 T_5 以下である（触媒温度 $\leq T_5$ ）場合には、処理を終了して、本願の燃焼制御を継続する。

【0117】

ステップ 1004 では、暖機促進運転を解除する。これは、 NO_x トラップ触媒 13 が十分に暖機した状態、すなわち NO_x トラップ触媒 13 が活性した状態であると判定したので、本願の燃焼による運転から通常の燃焼による運転に切り替えて、 NO_x トラップ触媒 13 の暖機を終了するためである。

【0118】

本実施形態によれば、排気通路 2 に排気浄化触媒（ NO_x トラップ触媒 13、DPF 14）を備える内燃機関（エンジン）1 において、排気浄化触媒の状態（ステップ 3～5）に基づいて、排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求の少なくとも一方があったときに、主トルクを発生させる主燃焼と、主燃焼に先立ってなされる少なくとも 1 回の予備燃焼とを行わせ（ステップ 101、201、1002）、予備燃焼は、少なくとも 1 つが上死点近傍で起こるように、燃料噴射を制御し、主燃焼は、予備燃焼が終了した後に開始するように、燃料噴射を制御する。このため、予備燃焼により筒内温度を高めることで主燃焼の着

火遅れ限界（リタード限界）を広げることができ、スモークの抑制ができる。そして、目標のリッチ雰囲気をシリンダ内で達成することができる。

【0119】

また本実施形態によれば、主燃焼（ステップ101, 201, 1002）は、予混合燃焼である。このため、主燃焼のための燃料噴射が高温状態で行われ、主燃焼の着火遅れ限界を拡げることができ、スモークの抑制ができる。

【0120】

また本実施形態によれば、予備燃焼の燃料噴射量は、主燃焼の燃料噴射時の筒内温度が自己着火可能な温度を上回る為に必要な燃料噴射量である（ステップ101, 201, 1002）。このため、予備燃焼時の燃料噴射によって筒内温度を上昇させ、主燃焼のための燃料噴射がされたときの筒内温度を高く維持することができ、サイクル毎の燃焼を安定させることができる。

【0121】

また本実施形態によれば、主燃焼の燃焼開始時期は、予備燃焼の燃焼開始時期からクランク角で20度以上離れた時期である（ステップ101, 201, 1002）。このため、予備燃焼が開始してから主燃焼の開始までの間隔を所定期間以上にすることができ、主燃焼の燃焼の悪化を抑制して、スモークの悪化を防ぐことが可能となる。

【0122】

また本実施形態によれば、主燃焼の終了時期は、圧縮上死点からクランク角で50度以上離れた時期である（ステップ101, 201, 1002）。このため、主燃焼の終了時期をできるだけ遅くすることで、主燃焼の燃焼が緩慢になり、燃焼騒音の悪化を抑制することができる。

【0123】

また本実施形態によれば、予備燃焼のための燃料噴射は、機関の圧縮行程においてされる（ステップ101, 201, 1002）。このため、予備燃焼の着火の安定性を確保することができる。

【0124】

また本実施形態によれば、予備燃焼のための燃料噴射量若しくは燃料噴射時期

の少なくとも一方は、圧縮端温度に応じて変更される（ステップ101, 201, 1002）。このため、各運転条件における圧縮端温度に応じて予備燃焼のための燃料噴射を必要最低限の量に変えることができ、予備燃焼の安定性を図れると共に、主燃焼が開始する前に予備燃焼を確実に終了できる。

【0125】

また本実施形態によれば、主燃焼は、燃料噴射時期を変えることで、排気温度を制御する（ステップ101, 201, 1002）。このため、特に主燃焼の燃焼終了時期を変えることで、排気温度を自在に変えることができる。

【0126】

また本実施形態によれば、主燃焼は、機関1の発生トルクが一定となるように制御される（ステップ101, 201, 1002）。このため、主燃焼の燃料噴射時期に応じて燃料噴射量を補正することで、目標の排気温度若しくは排気雰囲気とすると共に、燃焼の切替及び排温の制御時のトルク変動を抑制することができる。

【0127】

また本実施形態によれば、排気浄化触媒として排気微粒子を捕集するフィルタ（DPF）14を備え、排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求がある時は、フィルタ14に所定量PM1の排気微粒子（PM）が堆積し（ステップ12）、排気微粒子を自己酸化する温度にする時である。このため、エンジン1の運転条件（エンジン回転数 N_e 、燃料噴射量 Q など）に応じて、燃焼制御を行う時期を変更することができる。そして、DPF14の再生時期が来た時に、本願の燃焼制御に切り替えることができ、低スモークで高排温を実現でき、DPF14の再生を安定して実現することができる。

【0128】

また本実施形態によれば、排気浄化触媒としてリーン運転時に NO_x をトラップする NO_x トラップ触媒13を備え、排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求がある時は、 NO_x トラップ触媒13にトラップした NO_x を浄化する時である。このため、本願の燃焼制御を用いてリッチスパイクを行うことができ、 NO_x トラップ触媒13の浄化性能を高く維持することができる。

【0129】

また本実施形態によれば、NO_xを浄化する時は、所定の距離を走行する毎であるため（ステップ3，12～14）、所定時間毎にNO_xを浄化できる。

また本実施形態によれば、排気浄化触媒としてリーン運転時にNO_xをトラップするNO_xトラップ触媒13を備え、排気温度の上昇要求又はストイキ以下のリッチ運転要求がある時は、NO_xトラップ触媒13にトラップした硫黄分（SO_x）を浄化する時である。このため、本願の燃焼制御を用いて硫黄被毒解除（SO_x再生）を行うことができ、低スモークで且つ高排気温度とリッチ条件の両立が可能となり、NO_xトラップ触媒13の性能を最大限発揮することができるようにする。

【0130】

また本実施形態によれば、硫黄分を浄化する時は、所定の距離を走行する毎であるため（ステップ3，12～14）、所定時間毎にNO_xを浄化できる。

また本実施形態によれば、排気浄化触媒としてリーン運転時にNO_xをトラップするNO_xトラップ触媒13を備え、排気温度の上昇要求又はストイキ以下の、リッチ運転要求がある時は、NO_xトラップ触媒13の冷機時で（ステップ2）、NO_xトラップ触媒13を急速暖機する時である。このため、NO_xトラップ触媒13の冷機時に本願の燃焼制御を用いることができ、短時間でNO_xトラップ触媒13を活性温度にすることができる。

【0131】

また本実施形態によれば、予備燃焼の終了は熱発生が終了である。このため、予備燃焼の熱発生が終了した後に主燃焼に切り替えることができる。

また本実施形態によれば、低負荷時に予備燃焼を複数回行うため、低負荷条件であっても低スモークと高排温との両立を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 内燃機関の燃焼制御装置の構成図

【図2】 燃焼制御のメインフローチャート

【図3】 NO_xトラップ触媒の暖機時におけるDPF再生のフローチャート

【図4】 硫黄被毒解除モードのフローチャート

【図 5】リッチスパイクにより燃焼切替を行う場合のフローチャート

【図 6】溶損防止モードのフローチャート

【図 7】DPF再生、NO_x再生、硫黄被毒解除の優先順位を決定するフローチャート

【図 8】SO_x再生、NO_x再生の優先順位を決定するフローチャート

【図 9】DPF再生のフローチャート

【図 10】硫黄被毒解除のフローチャート

【図 11】NO_x再生のフローチャート

【図 12】NO_xトラップ触媒を暖機するフローチャート

【図 13】従来（第 1 例）の燃料噴射を示す図

【図 14】従来（第 2 例）の燃料噴射を示す図

【図 15】本願（第 3 例）の燃焼制御を示す図

【図 16】本願の別の燃焼制御を示す図

【図 17】従来（第 1, 2 例）と本願（第 3 例）との排気ガス状態を比較した図

【図 18】本願の主燃焼時期に対する排気ガスの状態を示した図

【図 19】本願の主燃焼のための目標燃料噴射時期を示す図

【図 20】DPFの排圧閾値を示す図

【図 21】PM堆積量に対する目標空燃比を示す図

【図 22】目標吸入空気量を示す図

【図 23】目標燃料噴射時期に従ったトルク補正係数を算出する図

【図 24】リッチスパイク運転の目標吸入空気量を示す図

【図 25】DPF溶損防止の目標吸入空気量

【図 26】DPF・SO_x再生不可領域を示す図

【図 27】予備燃焼のための目標燃料噴射量

【図 28】予備燃焼のための目標燃料噴射時期

【図 29】本発明の燃焼に切り替える際の燃焼系パラメータの移行を示す図

【図 30】目標空燃比に応じた主燃焼のための噴射量補正係数

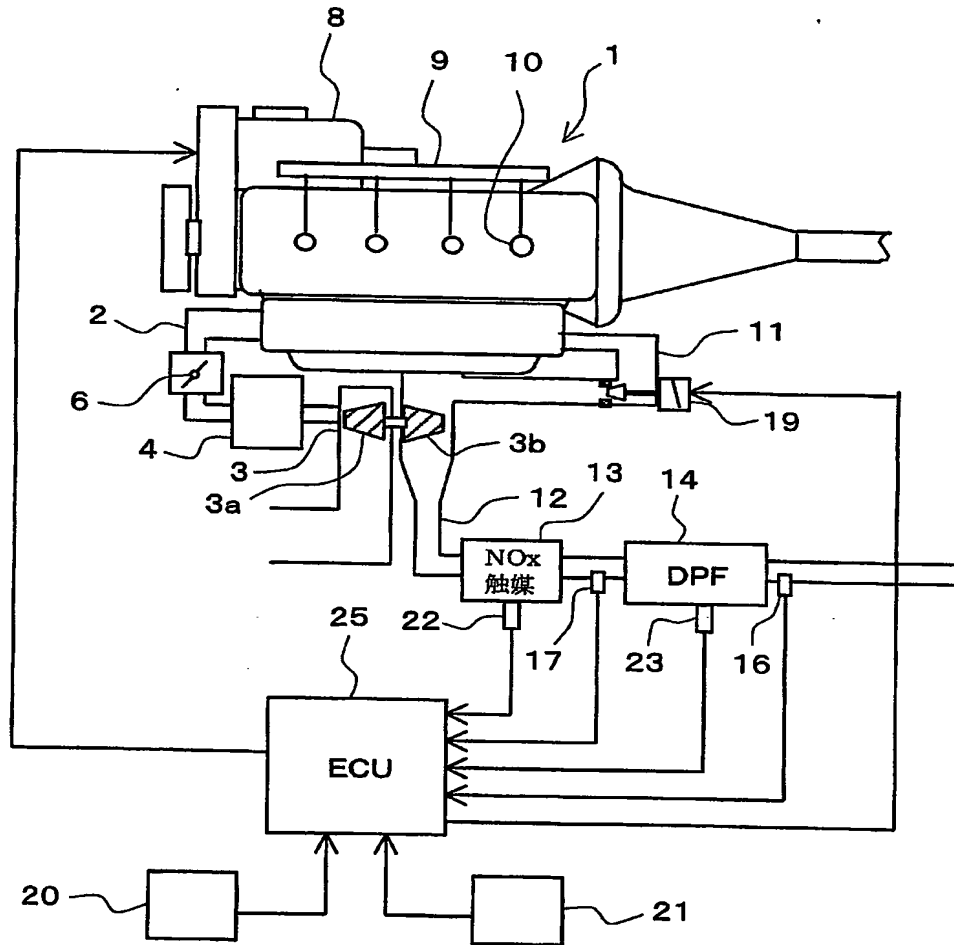
【符号の説明】

- 1 エンジン
- 2 吸気通路
- 6 吸気絞り弁
- 8 燃料噴射ポンプ
- 9 コモンレール
- 10 燃料噴射弁
- 11 EGR通路
- 12 排気通路
- 13 NO_xトラップ触媒
- 14 DPF
- 16 空燃比センサ
- 17 排気圧力センサ
- 19 EGR弁
- 20 クランク角センサ
- 21 アクセル開度センサ
- 22 触媒温度センサ
- 23 DPF温度センサ
- 25 ECU

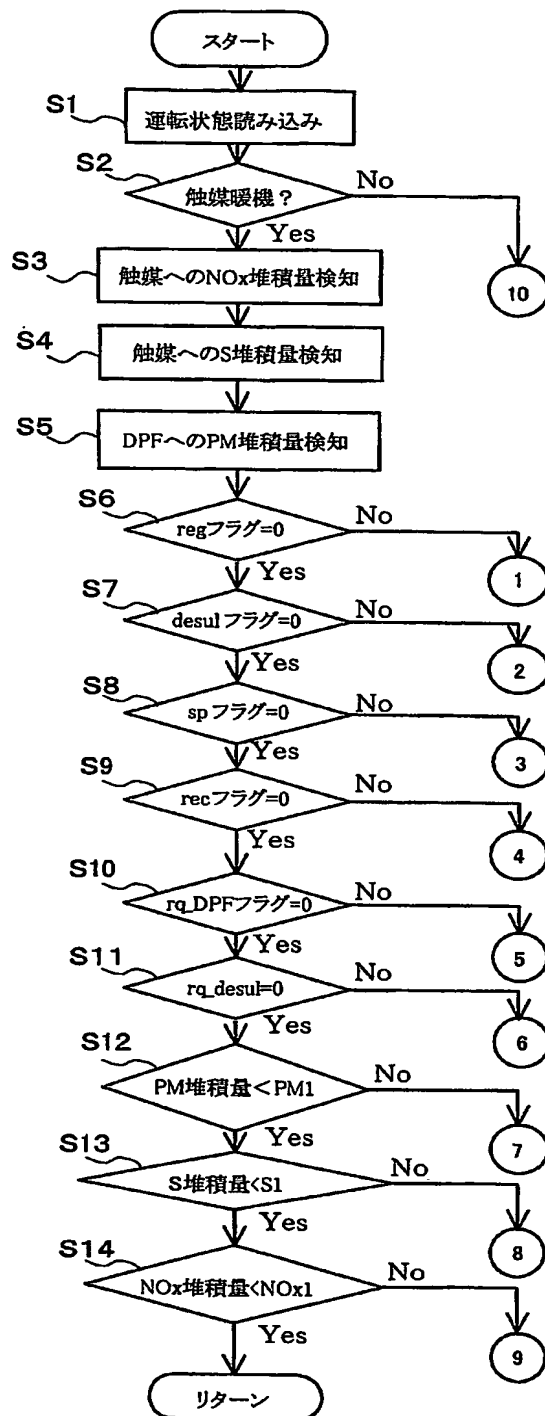
【書類名】

図面

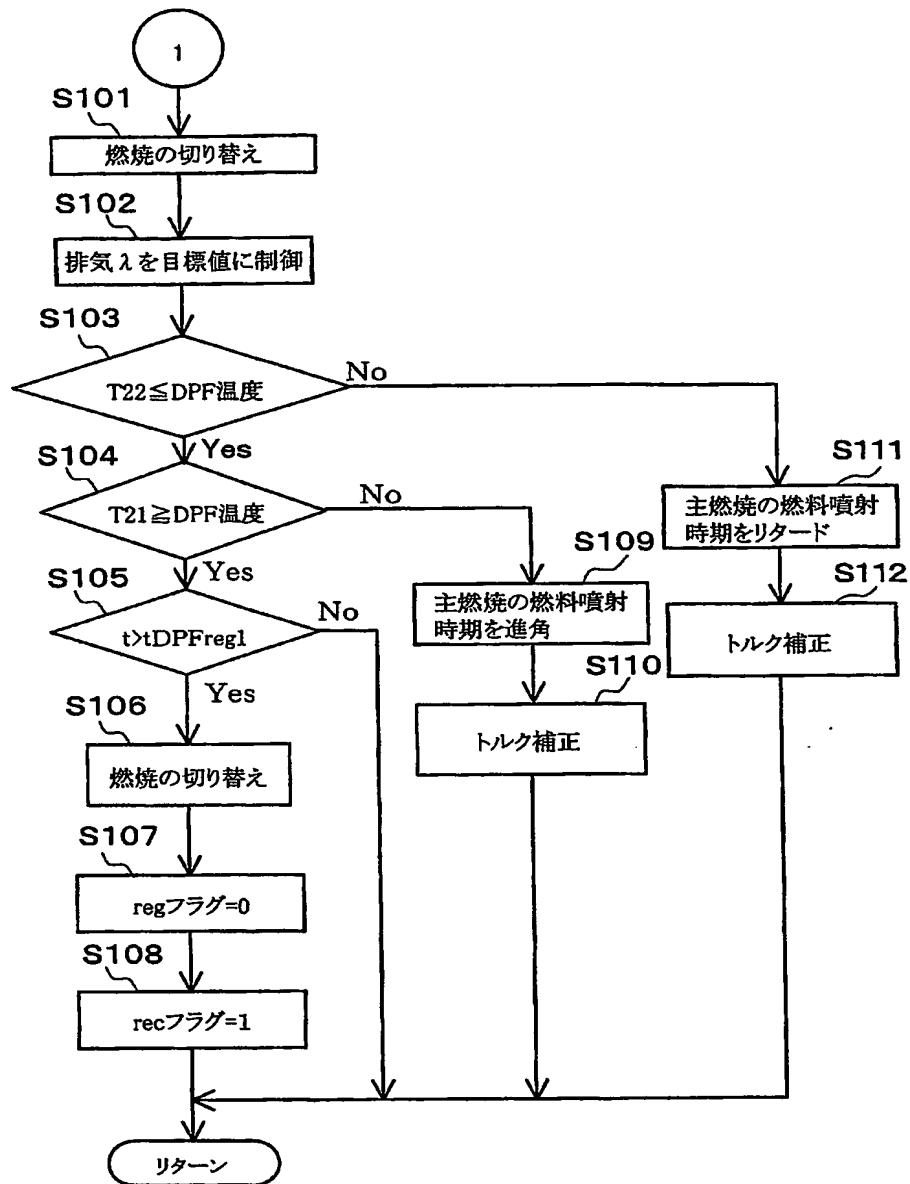
【図 1】



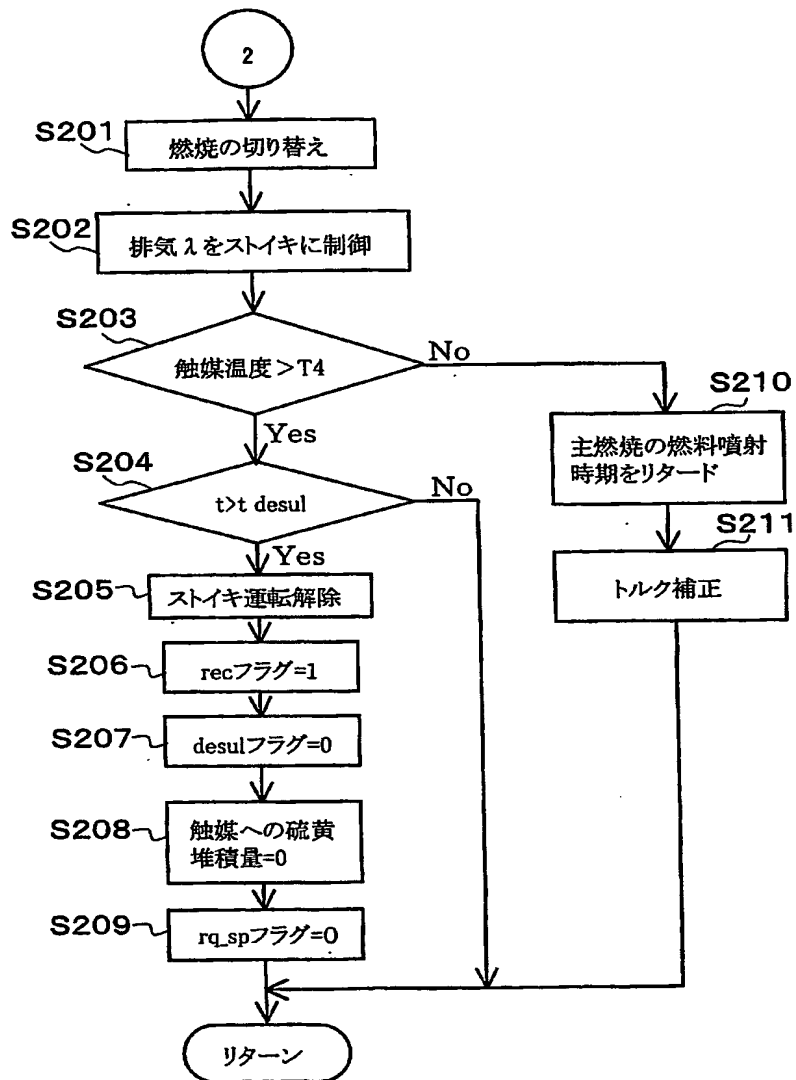
【図2】



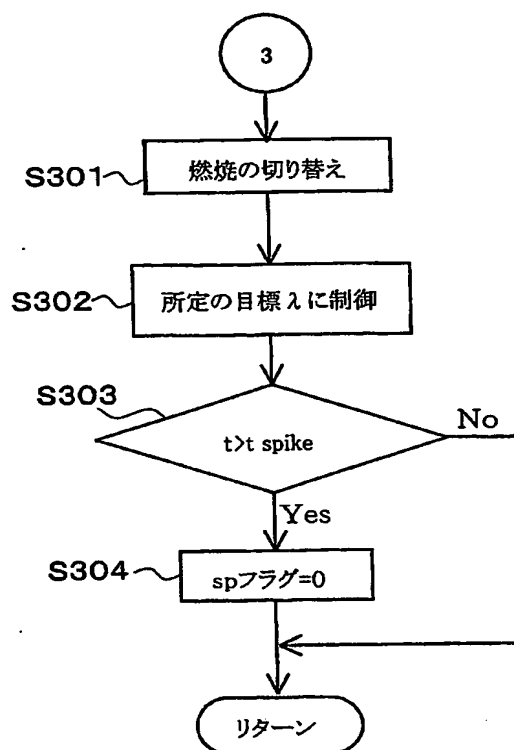
【図 3】



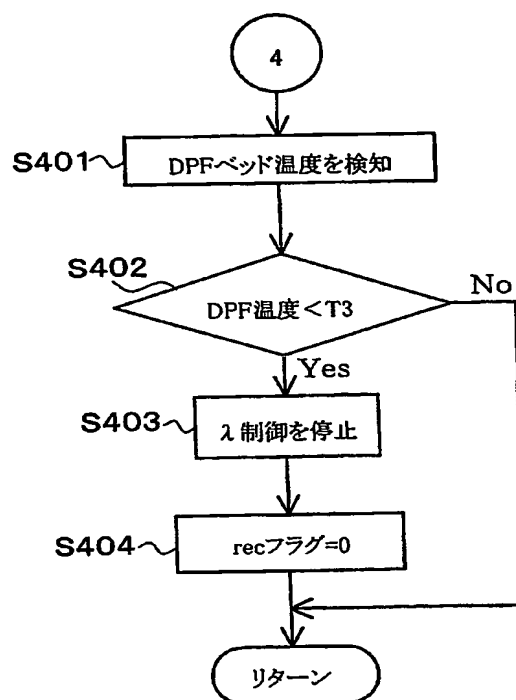
【図 4】



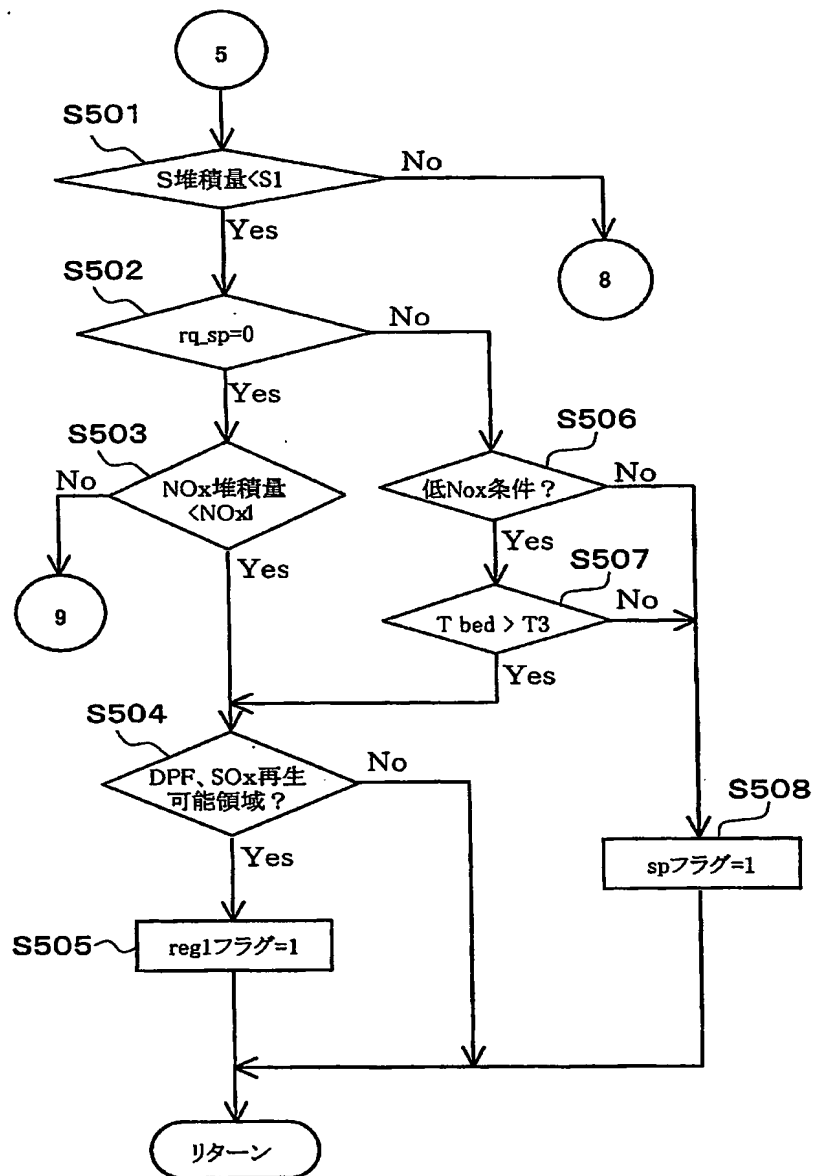
【図 5】



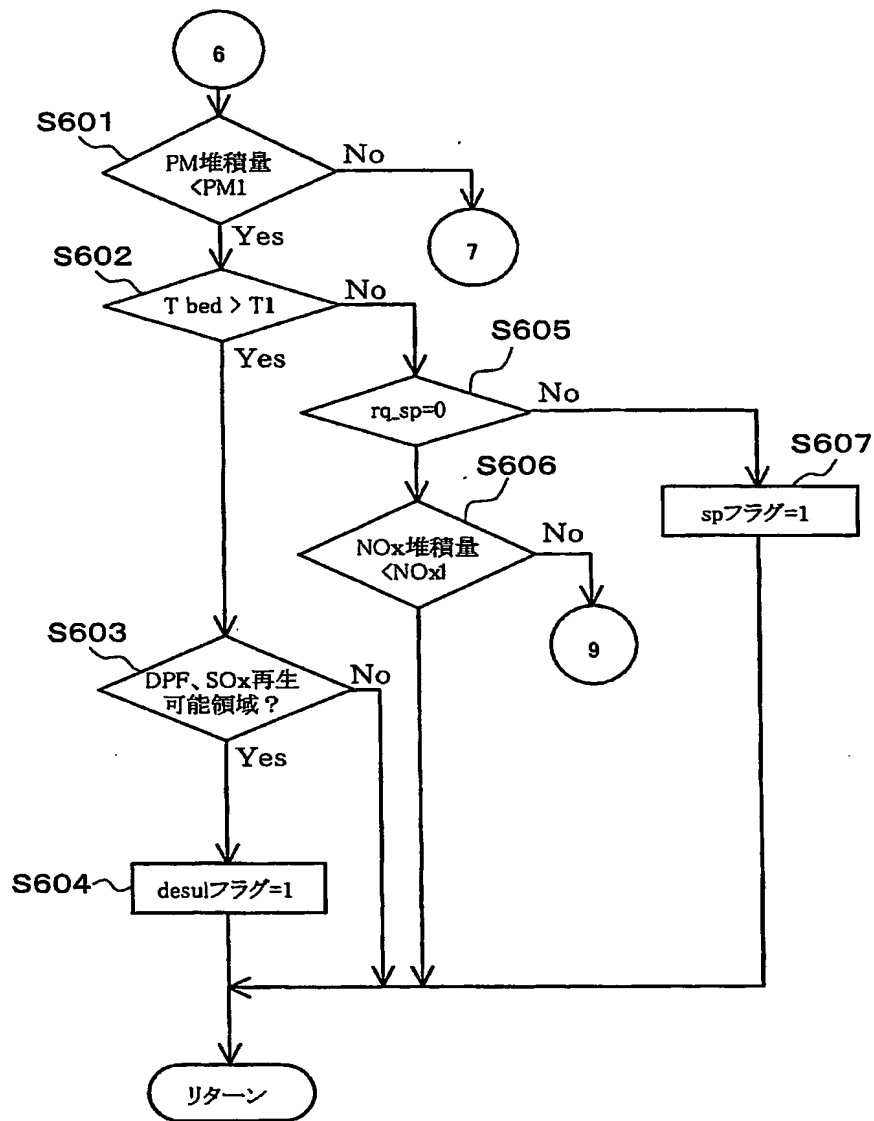
【図6】



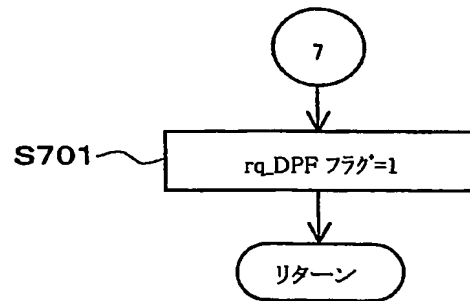
【図 7】



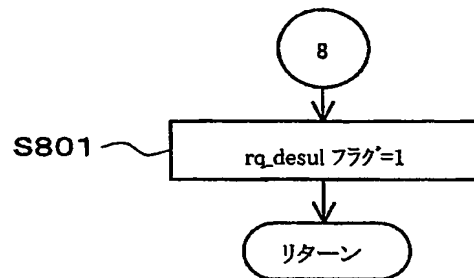
【図8】



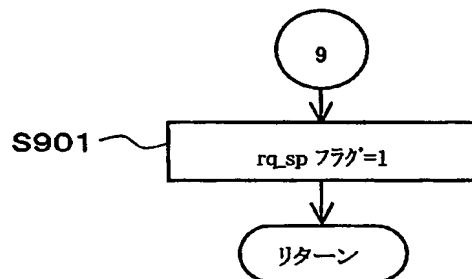
【図 9】



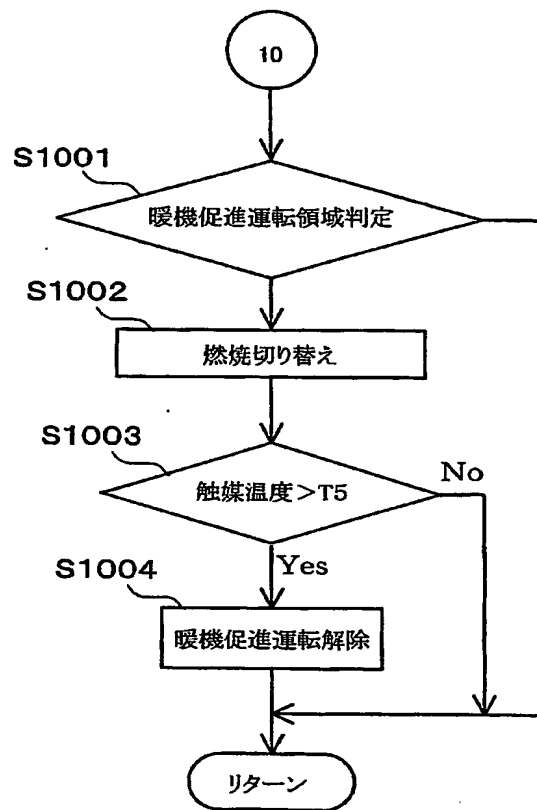
【図 10】



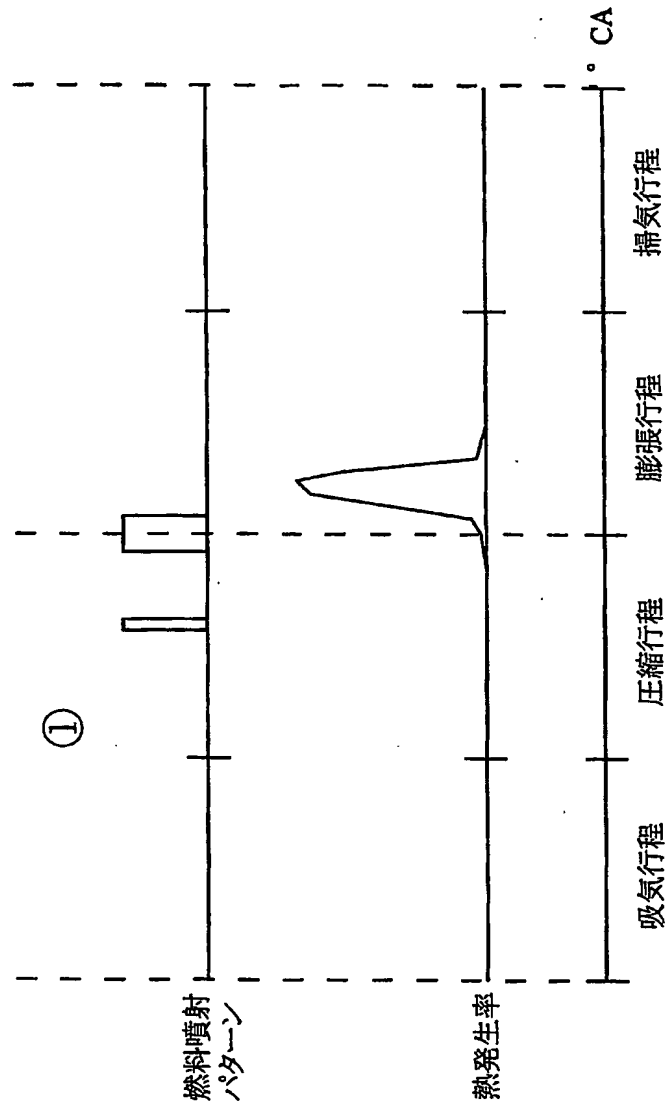
【図 11】



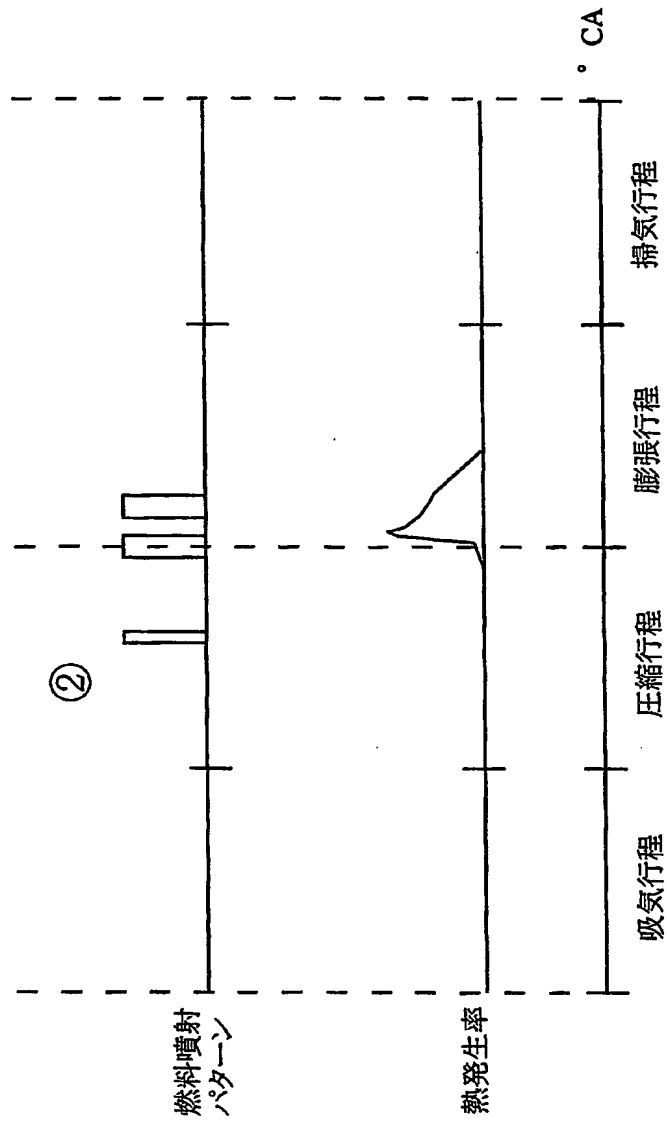
【図 12】



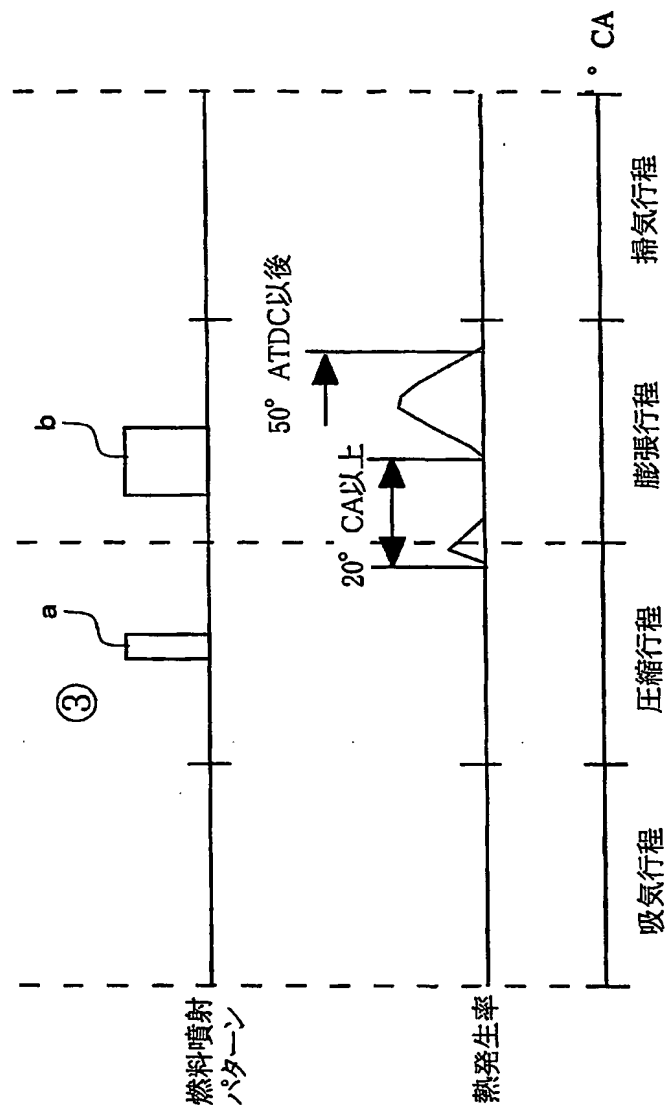
【図 13】



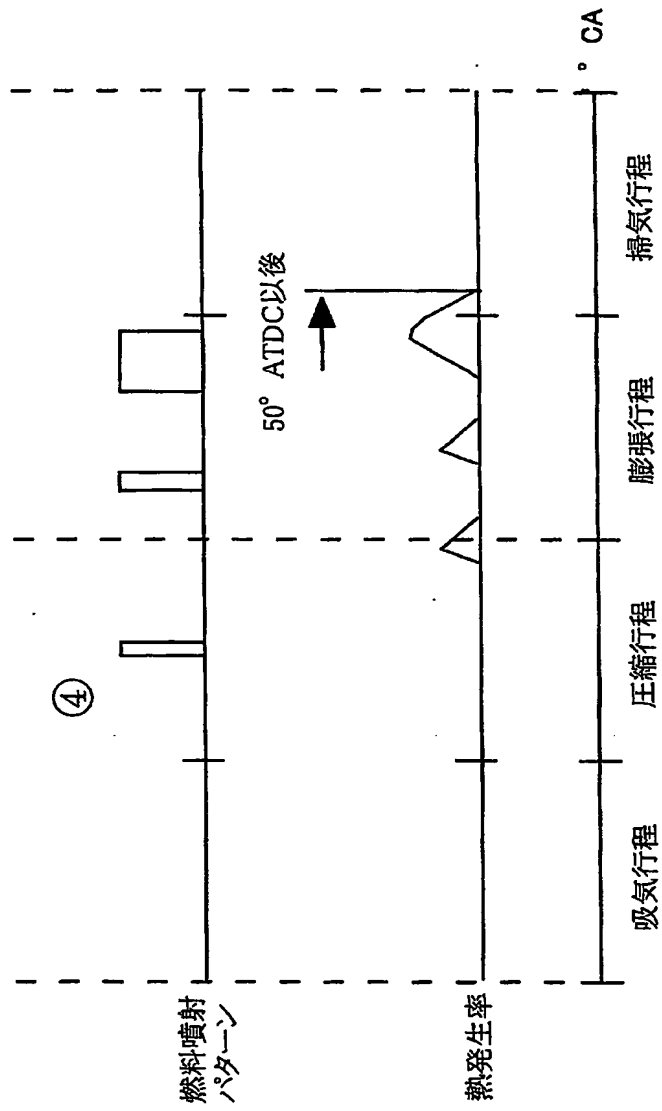
【図 14】



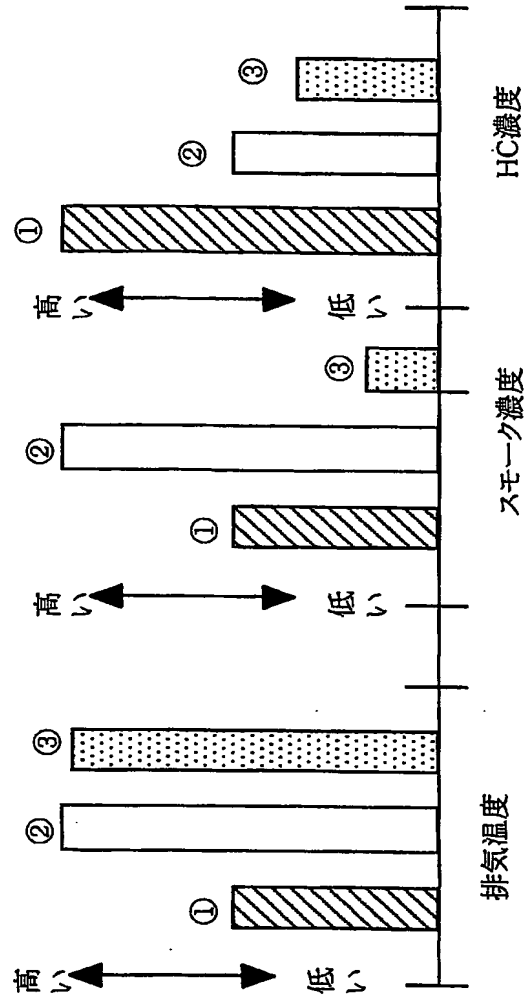
【図 15】



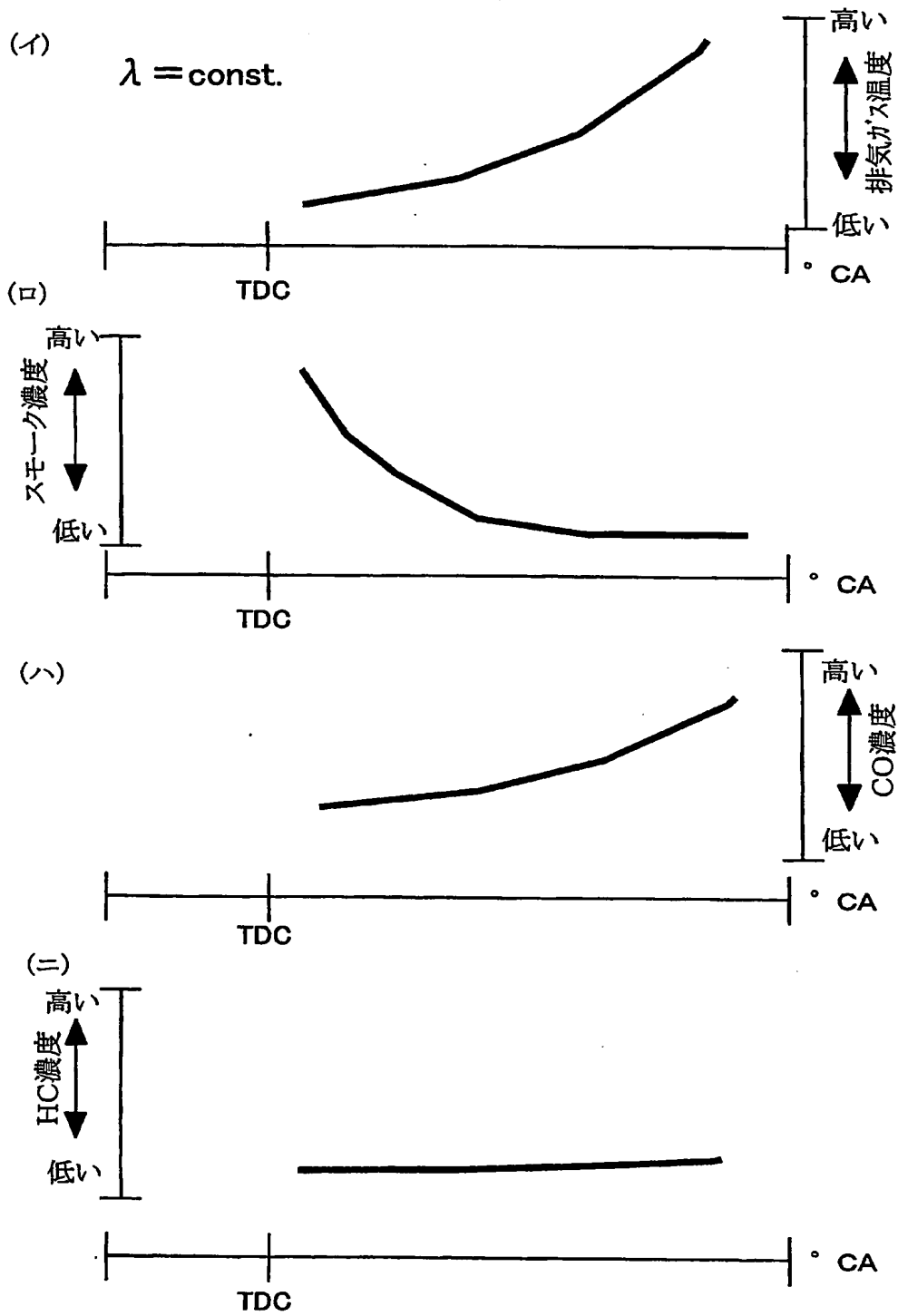
【図16】



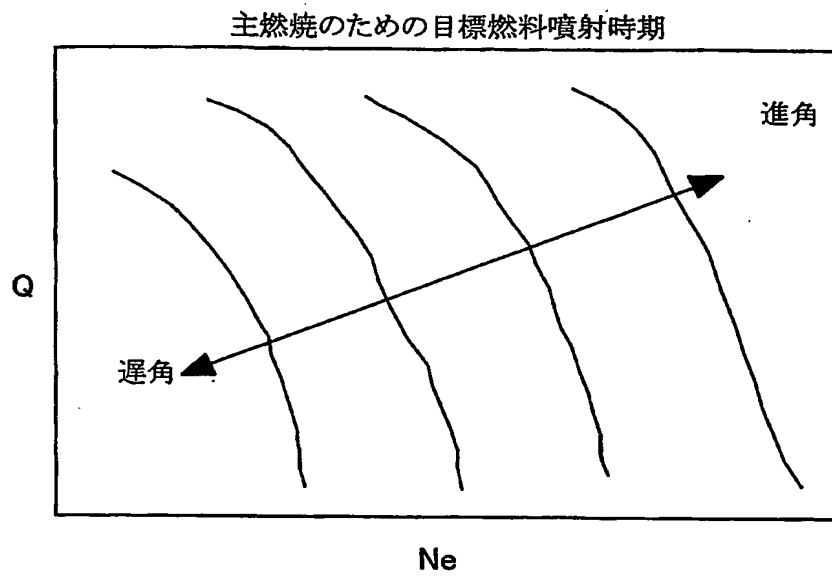
【図 17】



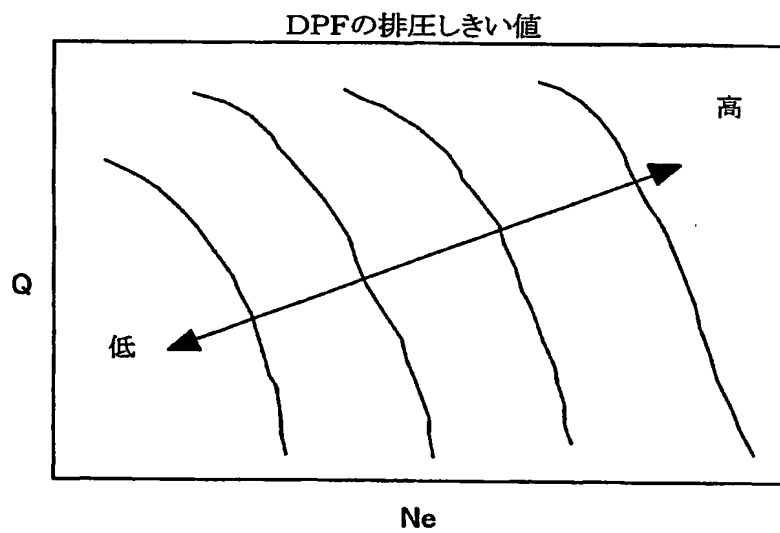
【図18】



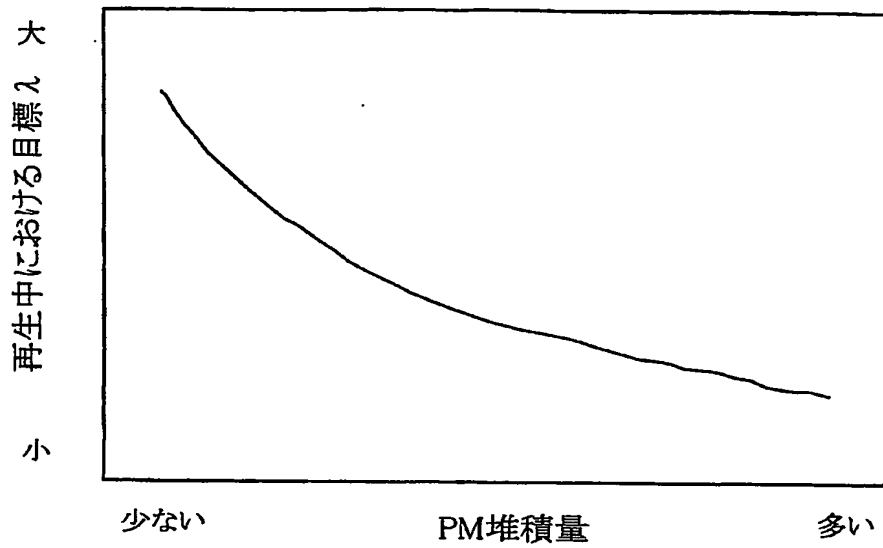
【図 19】



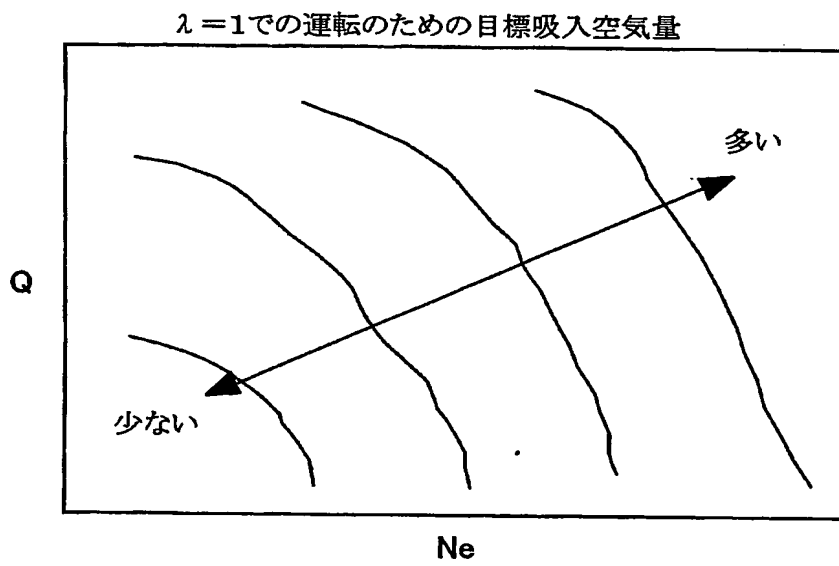
【図 20】



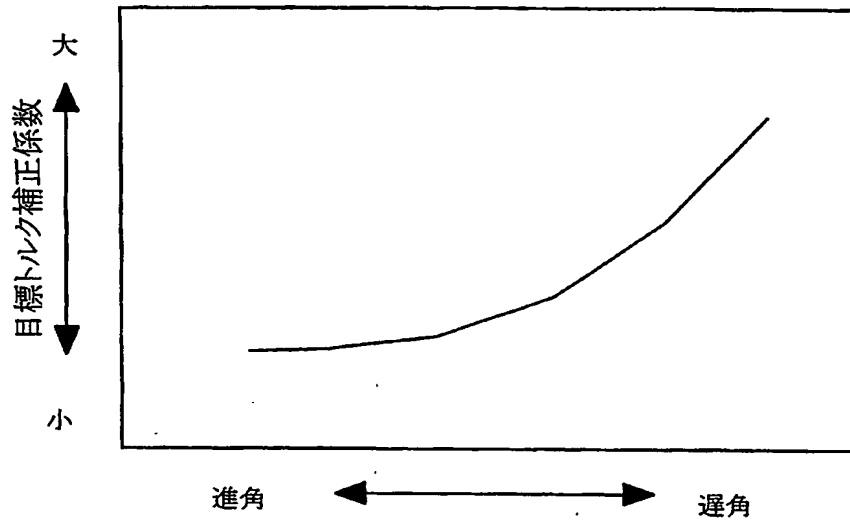
【図 2 1】



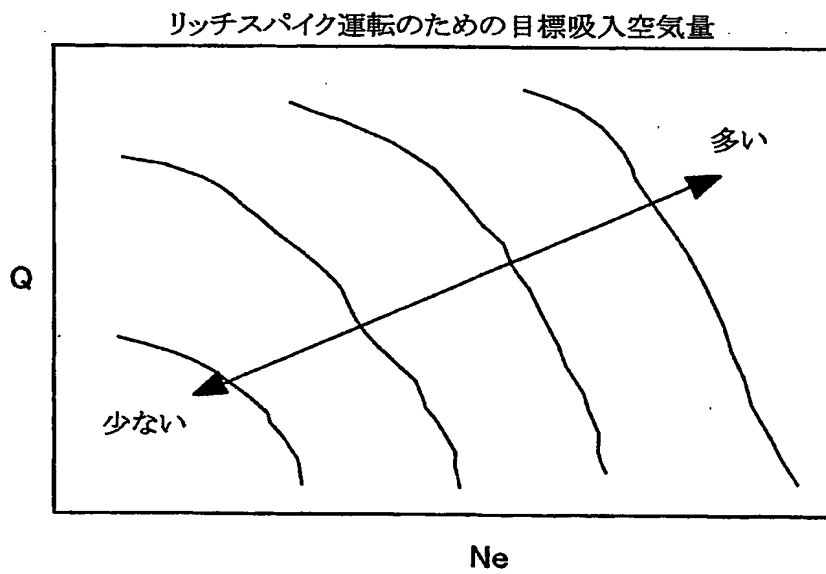
【図 2 2】



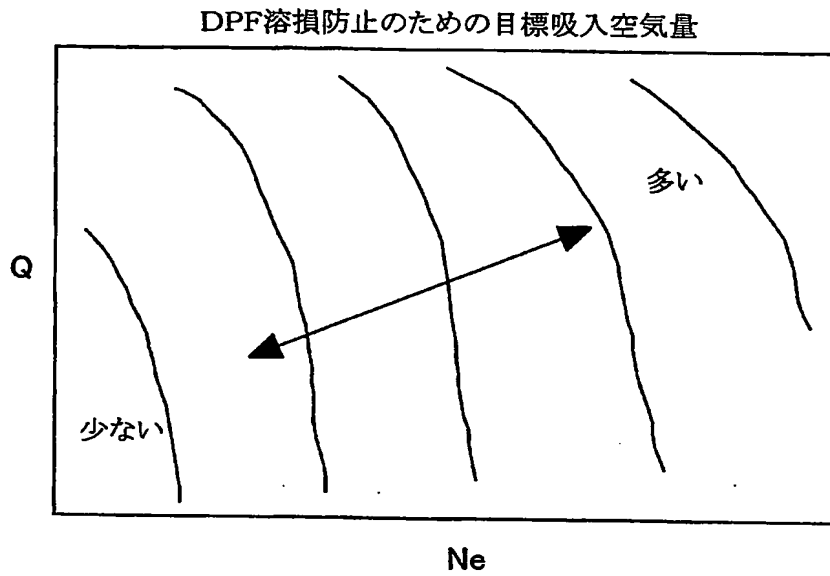
【図 2 3】



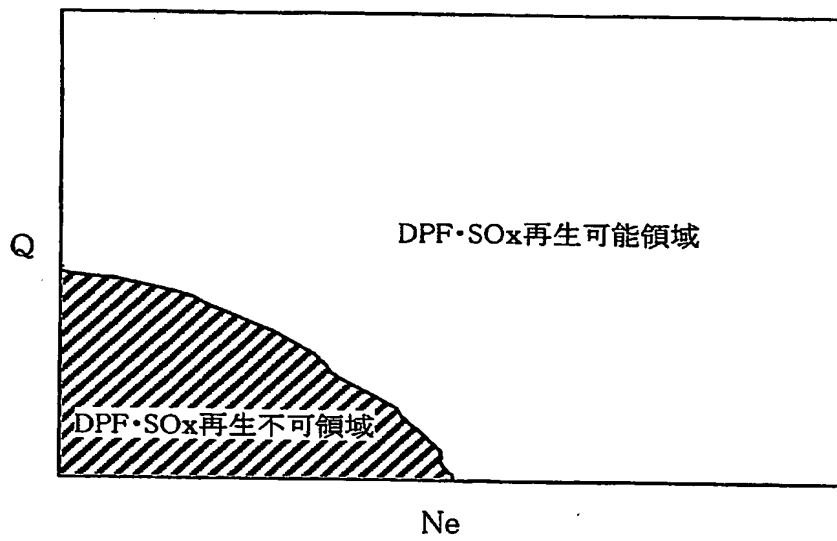
【図 2 4】



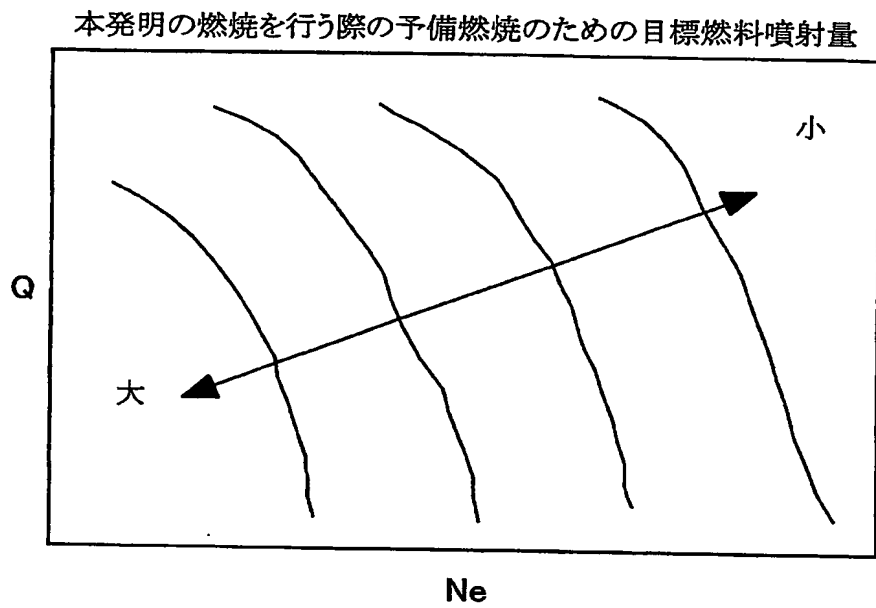
【図 25】



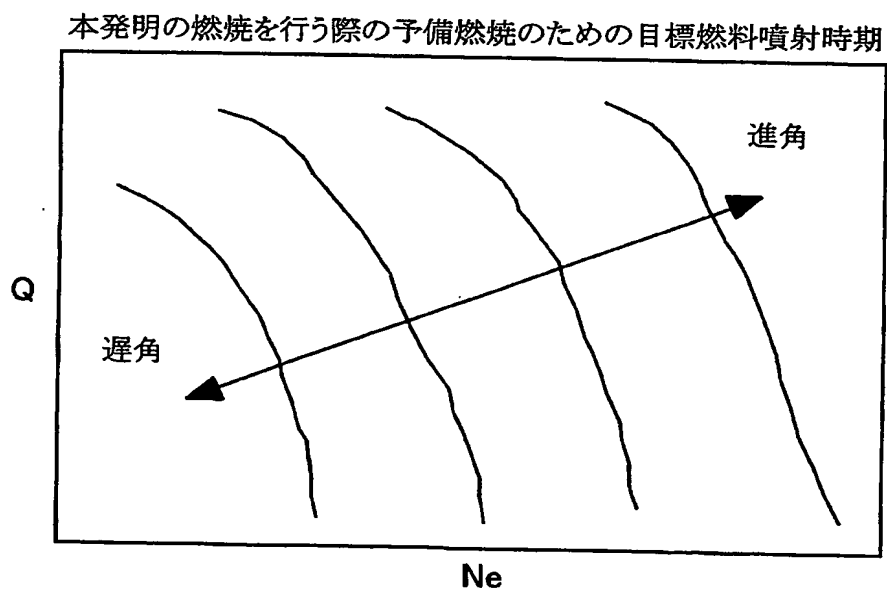
【図 26】



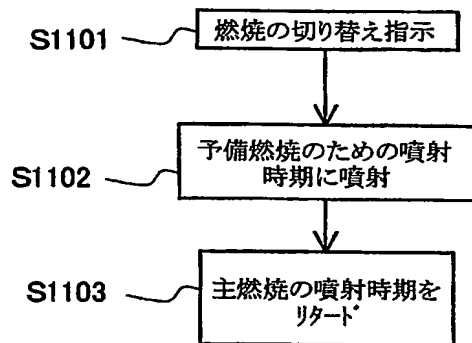
【図 27】



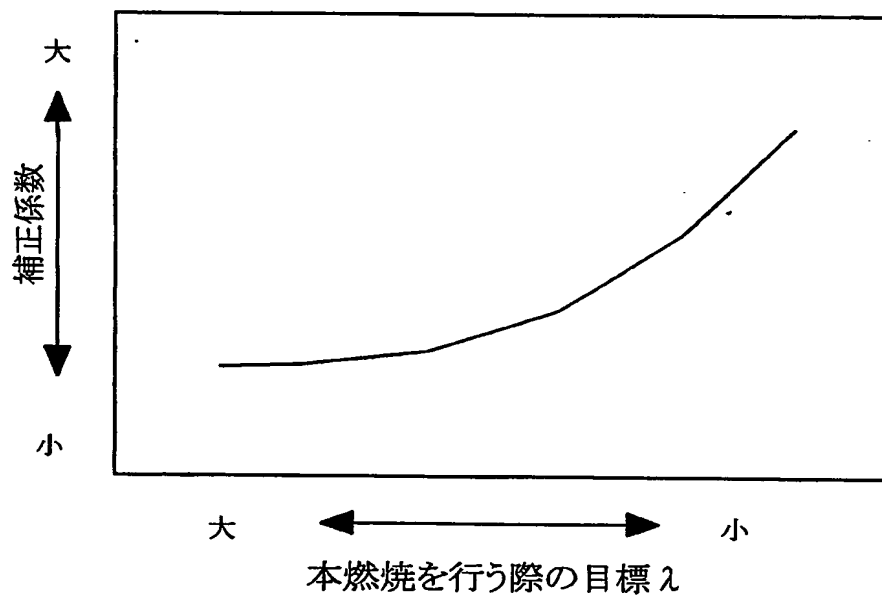
【図 28】



【図 29】



【図 30】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 排気浄化触媒（ NO_x 触媒、DPF）の状態に基づいて、排気温度の上昇要求若しくはストイキ未満のリッチ運転要求があった際に、スモークの悪化防止し、目標排気空燃比をリッチ化する。

【解決手段】 通常の運転条件（リーン運転状態）から、予備燃焼及び主燃焼の制御を行う燃焼に切り替える。予備燃焼の制御は、燃焼が圧縮上死点（TDC）近傍で起こるように圧縮上死点前に燃料を噴射する（図示 a）。予備燃焼が終了した後に、主燃焼の制御を行う（図示 b）。

【選択図】 図 15

特願 2003-193310

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000003997]

1. 変更年月日

1990年 8月31日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

氏 名

日産自動車株式会社